

Metall. 68^{lg}~~g~~

Herl, Br.

Handbuch

der

metallurgischen Hüttenkunde

von

Gebunden in 2 Bänden
Selbstverlag

Bruno Kerl,

Professor

Handbuch der metallurgischen Hüttenkunde.

Bruno Kerl,

Professor an der Universität zu Bonn

Erster Band.

Erster Band.

Erster Band.

Mit 5 lithographirten Tafeln.

Freiburg.

Verlag von J. G. Engelhardt.

1856.

1263.

Bruno Kern

Handbuch der metallurgischen Hüttenkunde

Erster Band

1228

Handbuch
der
metallurgischen Hüttenkunde

zum
Gebrauche bei Vorlesungen und zum
Selbststudium.

Bearbeitet

von

BRUNO KERL,

Königl. Hannov. Hüttenmeister und Lehrer der Hüttenkunde und Probirkunst
an der Königl. Bergschule zu Clausthal.

In drei Bänden.

Erster Band.

Mit 7 lithographirten Tafeln.

Freiberg,
Verlag von J. G. Engelhardt.

—
1855.

126. J.

Bayrische
Staatsbibliothek
München

Handbuch

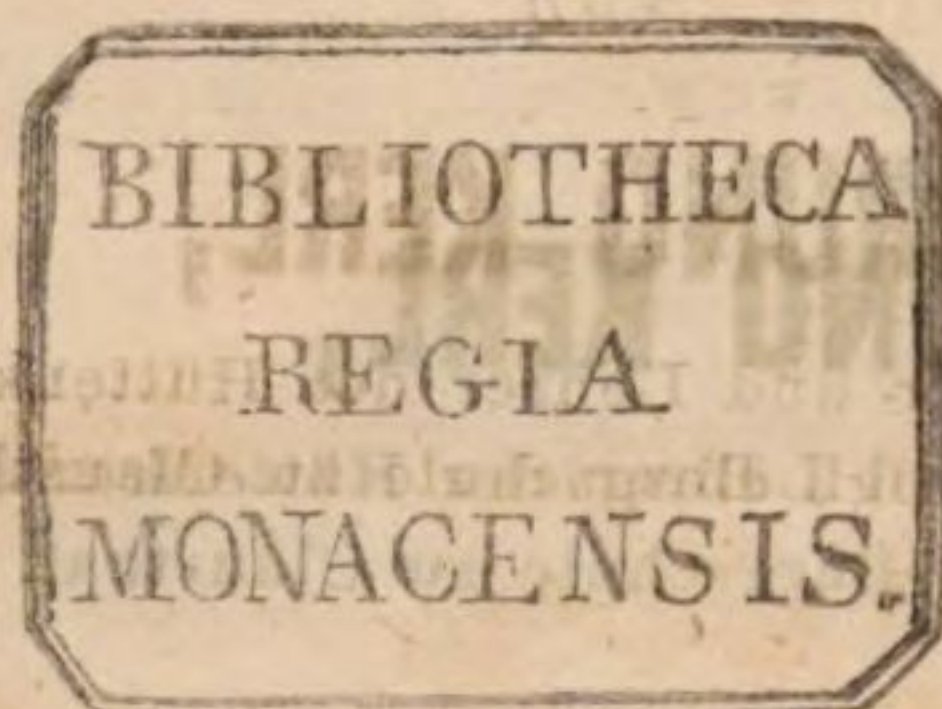
der

Handbuch

der

Handbuch

Handbuch



Handbuch

Handbuch

Handbuch

Handbuch

Handbuch

Bayerische
Staatsbibliothek
München

Den Herren

Dr. Friedrich Wöhler,

Hofrath und Professor an der Königl. Hannov. Universität zu Göttingen, Ritter des
Hannov. Guelphen-Ordens, Ritter des Schwedischen Nordstern-Ordens und Ritter des
Baierschen Ordens für Verdienste um die Wissenschaften und Künste,

seinem theuren Lehrer;

und

Carl Friedrich Plattner,

Professor der Hüttenkunde an der Königl. Sächs. Bergakademie und Oberhütten-
Amts-Assessor etc. zu Freiberg, Ritter des Königl. Sächs. Verdienst-Ordens,

in wahrer Verehrung und Freundschaft

zugeeignet

vom

Verfasser.

Der Herr

Dr. Friedrich Wöhler

Professor an der Universität zu Göttingen, Ritter des
Hochverdienstlichen Ordens, Ritter des Norddeutschen Ordens und Ritter des
Preussischen Ordens der Wissenschaften und Künste

Seinem theueren Sohne

und

Carl Friedrich Wöhler

Professor der Naturkunde an der Universität zu Göttingen, Ritter des
Hochverdienstlichen Ordens, Ritter des Norddeutschen Ordens und Ritter des
Preussischen Ordens der Wissenschaften und Künste

In väterlicher Liebe und Freundschaft

angeordnet

von

Verfasser

Dr. Friedrich Wöhler
Göttingen

VORWORT.

In vorliegendem Werke bin ich bemüht gewesen, das Wichtigste über die hüttenmännische Theorie und Praxis bis auf die neuesten Ergebnisse in systematischem Zusammenhange darzustellen. Nach Einrichtung und Umfang hat dasselbe zunächst den Zweck, bei dem Studium der metallurgischen Hüttenkunde als Handbuch zu dienen. Es ist desshalb auch vor Allem mit denjenigen Abbildungen versehen worden, welche zur Erklärung der metallurgischen Processe erforderlich sind. Dabei wurde jedoch, unter steter Hinweisung auf die hüttenmännische Literatur, der Stoff mit solcher Ausführlichkeit behandelt, dass das Buch auch für praktische Hüttenleute nicht ohne Werth sein dürfte.

Das ganze Werk zerfällt in drei Theile, einen präparativen und zwei applicative.

Der vorliegende erste Theil enthält die Lehren von dem metallurgisch-chemischen Verhalten der Metalle und ihrer hüttenmännisch wichtigen Verbindungen, von den Hüttenprocessen, von den Hüttenmaterialien, von den Hüttenapparaten und von den Hüttenproducten, über

welche letztere Herr Professor *Plattner* in Freiberg in seiner „Probirkunst mit dem Löthrohre“ und in seinen Vorträgen über Hüttenkunde besonders wichtige Beiträge geliefert hat.

Im zweiten und dritten Theile wird von den auf den hauptsächlichsten Hüttenwerken ausgeführten Gewinnungsmethoden für die einzelnen Metalle die Rede und das Bestreben besonders darauf gerichtet sein, eine theoretische Begründung derselben mit dem für den Praktiker wichtigen Detail zu verbinden. Es werden nicht bloss Beschreibungen der bei diesen Hüttenprozessen vorkommenden Manipulationen geliefert, sondern dieselben, wo es nur angeht, auf wissenschaftliche Grundsätze zurückgeführt und mittelst dieser in einen systematischen Zusammenhang gebracht.

In Betreff der Mittheilungen, welche ich über die auf den verschiedenen Hüttenwerken ausgeführten metallurgischen Prozesse gemacht habe, bemerke ich, dass dieselben theils an Ort und Stelle gesammelt, theils aus möglichst zuverlässigen Quellen genommen sind. Dabei etwa vorkommende Unrichtigkeiten bitte ich mit der Schwierigkeit des Gegenstandes zu entschuldigen.

Clausthal, im November 1854.

Bruno Kerl.

Inhalts-Verzeichniss des ersten Bandes.

Einleitung.

	Seite
§. 1. Metallurgie, Hüttenkunde und metallurgische Hüttenkunde	1
§. 2. Hülfswissenschaften für die Metallurgie	2
§. 3. Grenze der metallurgischen Hüttenkunde	6
§. 4. Geschichte des Hüttenwesens	6
§. 5. Eintheilung der metallurgischen Hüttenkunde	8

Erster Theil.

Allgemeine metallurgische Hüttenkunde.

I. Abschnitt.

Von dem metallurgisch-chemischen Verhalten der Metalle und ihrer Verbindungen.

§. 6. Metalle	10
Eigenschaften 10. Classification 10.	
§. 7. Metalllegirungen	11
Chemische Constitution 11. Zerlegung der Legirungen 12. Speisen 13.	
§. 8. Metalloxyde und Säuren	13
Oxydbildung 13. Eigenschaften der Oxyde 14. Reduction der Oxyde 14.	
§. 9. Schwefelmetalle	15
Bildung und Zusammensetzung der Schw. 15. Zerlegung der Schw. 16.	
§. 10. Kohlenstoffmetalle	21
Bildung der K. 21. Zerlegung der K. 22.	

	Seite
§. 11. Phosphormetalle	22
Bildung der Ph. 22.	
§. 12. Metallsalze	22
Bildung der M. 22. Zerlegung der M. 25.	

II. Abschnitt.

Von den Hüttenprozessen.

§. 13. Eintheilung der Hüttenprozesse	26
Begriff von H. 26. Hüttenprozesse auf trockenem und nassem Wege 26. Electricität bei H. in Anwendung 27. Classification der H. 28.	

Erstes Kapitel.

Hüttenprozesse auf trockenem Wege.

1. Rösten.

§. 14. Allgemeines	28
Begriff von R. 28. Zweck des R. 29.	
§. 15. Verschiedene Arten des Röstens	29
Verflüchtigendes R. 29. Oxydirendes R. 32. Reducirendes R. 33.	

2. Schmelzen.

§. 16. Allgemeines	33
Begriff von Schmelzen und von Schmelzprozessen 33. Benennung der Schmelzprozesse 33.	
§. 17. Schmelzmethoden	34
Oxydirendes Schm. 34. Reducirendes Schm. 35. Auflösendes Schm. 35. Präcipitirendes Schm. 36. Mischen des Schm. 37. Umschmelzen 37.	

3. Sublimiren und Destilliren.

§. 18. Allgemeines	37
Zweck dieser Prozesse 37. Eintheilung derselben 37.	

4. Saigern und Krystallisiren.

§. 19. Allgemeines	37
Zweck dieser Prozesse 37.	

5. Cementiren und Adouciren.

§. 20. Allgemeines	38
Zweck dieser Prozesse 38.	

Zweites Kapitel.

Hüttenprozesse auf nassem Wege.

§. 21. Allgemeines	40
------------------------------	----

1. Auflösung und Fällung.

- §. 22. Allgemeines 40
Zweck dieser Prozesse 40.

2. Amalgamation.

- §. 23. Allgemeines 41
Zweck der Am. 41. Verschiedene Arten der Am. 41.

Anhang zum II. Abschnitte.

Metallverluste bei den Hüttenprozessen.

- §. 24. Entstehung und Ermittlung der Metallverluste . 42
Ursprung der M. 42. Schwierigkeiten zur Ermittlung der M. 42. Silberverluste 42. Bleiverluste 47. Kupferverluste 47.

III. Abschnitt.

Von den Hüttenmaterialien.

- §. 25. Allgemeines 48

Erstes Kapitel.

Von den Erzen.

- §. 26. Vorkommen der Erze 48
§. 27. Bezeichnung der Erze 49
§. 28. Anlieferung und Aufbewahrung der Erze . . . 49

Transport der E. 50. Erzübernahme 50. Aufbewahrung der E. 50. Abliegen der E. 50. Erzankauf 51. Hüttenremedien 51.

- §. 29. Probiren der Erze 51
Zweck des Probirens 51. Nässprobe 52. Haldenprobe 52. Probenahmen von Erzschiagen 53. Probenahmen von Legirungen 53. Quantitative Löthrohrproben 53. Betriebsprobe 53. Controllprobe 54. Chemische Analyse 54.

- §. 30. Mechanische Prozesse, welchen die Erze auf den Hütten vor ihrer chemischen Behandlung unterworfen werden 54

Zerkleinerungsarbeiten 54. Scheidearbeiten 55. Mengungsarbeiten 55. Gattiren und Beschicken 55. Zweck des Gattirens 56. Beispiele für Gattirungen 56. Zweck des Beschickens 57. Benutzung bestehender Erfahrungen und der stöchiometrischen Lehren bei Entwerfung von Beschickungen 58. Beispiele für die Zusammensetzung von Beschickungen 58. Manipulationen beim Gattiren und Beschicken 60. Beschickungsboden 60. Gichtaufzüge 61. Einbinden von Schliegen 61. Manipulationen dabei 62. Knetwerke 62.

Zweites Kapitel.

Von den Zuschlägen und Flüssen.

- §. 31. Begriff und Zweck der Zuschläge und Flüsse . . . 62
- §. 32. Zuschläge 63
 Zuschläge 63. Flüsse 63. Wichtigkeit der richtigen
 Auswahl von Zuschlägen 63. Arten der Zuschläge 63.
 Röstzuschläge 63. Schmelzzuschläge 64. Sublimations-
 und Destillationszuschläge 68. Cementationszuschläge
 68. Zuschläge bei Prozessen auf nassem Wege 68.
- §. 33. Flüsse 68
 Wirkung der Flüsse 68.
- §. 34. Luft und Wasser 69
 Luft 69. Wasser 69. Anwendung des Wassers 69.

Drittes Kapitel.

Von den Brennmaterialien.

- §. 35. Allgemeines 71
 Begriff 71. Vorkommen 71. Zusammensetzung 71. Ver-
 halten bei erhöhter Temperatur 71. Verbrennungser-
 scheinungen 72. Entstehung der Brennmaterialien 72.
 Docimastische Untersuchung derselben 73.
- §. 36. Wärmeeffect 73
 Absoluter W. 73. Specifischer W. 76. Pyrometrischer
 W. 77. Pyrometer 80. Zusammenstellung der Wärme-
 effecte von Brennmaterialien, der verschiedenen Grade
 des Glühens und der Schmelzpunkte verschiedener Me-
 talle und Hüttenproducte 84.
1. Feste Brennmaterialien.
- §. 37. Holz 85
 Bestandtheile des H. 85. Zusammensetzung des H. 88.
 Wärmeeffect des H. 88. Werth des H. 89. Anwendung
 des H. 89. Practische Erfahrungen 90.
- §. 38. Holzkohlen 94
 Zweck der Holzverkohlung 94. Verkohlungsverfahren
 94. Kohlenausbringen 95. Kohlenarten 96. Eigen-
 schaften der Kohlen 96. Zusammensetzung der Kohlen
 97. Wärmeeffect der Kohlen 99. Practische Erfahrun-
 gen 99.
- §. 39. Torf 100
 Torfbildung 100. Torfarten 101. Zusammensetzung des
 T. 102. Vorbereitung des T. 103. Wärmeeffect des
 T. 103. Practische Erfahrungen 104.
- §. 40. Torfkohle 105
 Anwendbarkeit der T. 105. Bestandtheile der T. 105.
 Practische Erfahrungen 106.

§. 41. Braunkohlen	106
------------------------------	-----

Vorkommen 106. Classification 107. Unterschied zwischen Stein- und Braunkohlen 107. Zusammensetzung der Br. 107. Anwendbarkeit der Br. 108. Wärmeeffect der Br. 109. Technische Anwendung der Br. 110. Practische Erfahrungen 110.

§. 42. Braunkohlencokes	111
-----------------------------------	-----

Eigenschaften 111. Anwendung 112.

§. 43. Steinkohlen	112
------------------------------	-----

Vorkommen 112. Classification 112. Anwendung 114. Wärmeeffect 115. Practische Erfahrungen 115.

§. 44. Steinkohlencokes	117
-----------------------------------	-----

Zweck des Vercokens 117. Anwendbarkeit der St. zum Vercoken 117. Vercokungsmethoden 118. Ausbringen an Cokes 118. Zusammensetzung der Cokes 119. Anwendbarkeit der Cokes 119. Ursache des bedeutenden Wärmeeffectes der Cokes 119. Wärmeeffect der Cokes 120. Practische Erfahrungen 121.

2. Gasförmige Brennmaterialien.

§. 45. Allgemeines	122
------------------------------	-----

Geschichtliches 122. Gicht- und Generatorgase 122.

§. 46. Gichtgase	123
----------------------------	-----

Auffangen und Ableiten derselben 123. Zusammensetzung 125. Analysen 126. Ursache der Färbung der Gichtflamme 127. Anwendung der Gichtgase 128.

§. 47. Generatorgase	129
--------------------------------	-----

Darstellung 129. Zuggeneratoren 129. Gebläsegeneratoren 131. Zusammensetzung der Generatorgase 133.

IV. Abschnitt.

Von den Hüttenapparaten.

§. 48. Allgemeines	133
------------------------------	-----

Eintheilung der Hüttenapparate 133.

Erste Abtheilung.

Apparate zu chemisch-metallurgischen Prozessen auf trockenem Wege.

§. 49. Allgemeines	133
------------------------------	-----

Oefen 133. Gebläse 134.

Erstes Kapitel.

Materialien zum Ofenbau.

§. 50. Beschaffenheit der Ofenbaumaterialien	134
--	-----

Sandsteine 134. Thonerdesilicate 134. Thonschiefer und Grauwacke 135. Feuerfeste Thonsteine 135. Back-

Seite

steine 136. Klinker 136. Lehm 137. Kalkmörtel 137.
 Gypsmörtel 137. Gestübbe 137. Masse 138. Quarz-
 sand 139. Schlacken 139. Aescher 139. Mergel 139.

Zweites Kapitel.

Von den Oefen.

- §. 51. Eintheilung 141
1. Herdöfen.
- §. 52. Allgemeines 141
 Construction 141.
- §. 53. Herdöfen ohne Gebläse 141
 Röstvorrichtungen 141. Freie Haufen 142. Röstgruben
 143. Stadeln 144. Saigerherd 145. Zinnpauschherd 145.
- §. 54. Herde mit Gebläse 145
 Anwendung derselben 145. Geeignetes Brennmaterial
 für dieselben 145. Eisenfrischherd 145. Kleiner Gar-
 herd 146. Silberfeinbrennofen 146. Eisenbratherd 146.
 Feineisenfeuer 146. Schottischer Bleisaigerherd 147.
 Amerikanischer Bleiherd 147.
2. Schachtöfen.
- §. 55. Eintheilung 147
 Schachtöfen ohne und mit Gebläse 148.
- §. 56. Schachtöfen ohne Gebläse 148
 Anwendbarkeit derselben 148. Harzer Eisensteinsröst-
 ofen 149. Schlesischer Eisensteinsröstofen 149. Bel-
 gischer Galmeiröstofen 149. Schwedischer Eisensteins-
 röstofen 150. Kilns 150. *Lentin's* Röstofen 151.
- §. 57. Schachtöfen mit Gebläse 151
 Anwendbarkeit derselben 151. Ausnutzung des Brenn-
 materials in denselben 151. Wärmeverlust 151. An-
 wendung roher Brennmaterialien 152. Effect roher
 Brennmaterialien 152. Wirkung der aus dem Schmelz-
 raume aufsteigenden Gase 153. Construction der Schacht-
 öfen 154. Eintheilung derselben nach der Höhe 157.
 Desgl. nach dem Zumachen 157. Tiegelöfen 157. Säch-
 sischer Zinnschmelzofen 158. Steyerischer Blauofen 158.
 Sumpfföfen 158. Oberharzer Schliegofen 159. Eisen-
 hohofen 159. Freiburger Doppelofen 160. Cupoloofen
 160. Spuröfen 160. Oberharzer Kupfererzofen 160.
 Oberharzer Kupferfrischofen 161. Oberharzer Glätt-
 frischofen 161.
- §. 58. Arbeiten beim Schachtöfenbetriebe 161
 Zumachen oder Zustellen 161. Abwärmen der Oefen
 161. Anblasen 162. Aufgeben der Schmelzmaterialien
 162. Anordnung des Brennmaterials und der Be-
 schickung 163. Nasenschmelzen 163. Nutzen der Nase
 164. Schmelzen mit heller und dunkler Gicht 164.

Arbeiten im Herde 165. Ausblasen 165. Dauer der Schmelzcampagnen 166.

§. 59. Uebelstände beim Schachtofenbetriebe 166

3. Flammöfen.

§. 60. Allgemeines 167

Construction 167. Anwendbarkeit der Fl. 167. Haupttheile der Fl. 167. Herd 168 Windofen 169. Treppenröste 169. Rost mit Gasfeuerung 170. Klinkerrost 170. Pultfeuerung 170. Esse 171. Vorzüge der Flammöfen vor Schachtofen 173. Vorzüge der Schachtofen vor Flammöfen 173. Arbeiten in Flammöfen 174. Eintheilung der Fl. 174.

§. 61. Zugflammöfen 174

Mansfelder Doppelröstofen 174. Kärnthner Bleiofen 175. Englischer Kupferraffiniröfen 175. Französischer Bleischmelzofen 175. Engl. Bleischmelzofen 175. Puddelofen 175. Unterharzer Darrofen 176.

§. 62. Gebläseflammöfen 176

Oberharzer Treibeherd 176. Unterharzer Spleissofen 176. Engl. Treibofen 177.

§. 63. Rauchcondensations-Vorrichtungen bei Flamm- und Schachtofen 177

Rauchbildung 177. Flugstaubkammern 177. Rauchcondensatoren 178. *Stokoe's* Rauchcondensator 179.

4. Gefässöfen.

§. 64. Eintheilung 180

§. 65. Röstgefässöfen 180

Blenderöstofen 180. Oberharzer Arsenikröstofen 181.

§. 66. Schmelzgefässöfen 181

Windofen 181. *Sefström's* Gebläseofen 182. Oberh. Silberfeinbrennofen 182.

§. 67. Sublimirgefässöfen 182

Oberh. Arsenikraffiniröfen 182.

§. 68. Destillationsöfen 182

Engl. Zinkofen 182. Schles. Zinkofen 182. Belg. Zinkofen 183. Zweibrückscher Quecksilberofen 183. Idrianischer Quecksilberofen 183. Spanischer Quecksilberofen 183.

§. 69. Saigeröfen 183

Schneeberger Wismuthofen 183. *Plattner's* Wismuthofen 184. Anhaltscher Antimonofen 184. Ungarischer Antimonofen 184. Französischer Antimonofen 184.

§. 70. Cementiröfen 184

Schwedischer Cementirofen 184.

Drittes Kapitel.**Von den Gebläsen.**

- §. 71. Allgemeines 184
 Zweck der Gebläse 184. Geschichtliches 185. Classification 185. Kraft- und Windeffect 186. Auswahl der Gebläse 186.
- §. 72. Balggebläse 187
 Lederbälge 187. Holzbälge 188.
- §. 73. Kolbengebläse 189
 Kastengebläse 190. Cylindergebläse 191.
- §. 74. Ventilatorgebläse 192
 Construction 192.
- §. 75. Hydraulische Gebläse 193
 Wassertrommelgebläse 193. Kettengebläse 194. Wassersäulengebläse 195. Glockengebläse 195. Tonnengebläse 195. Cagniardelle 195.
- §. 76. Kuppelung und Regulatoren 197
 Kuppelung der Gebläse 197. Windregulatoren 197. Trockenregulator 198. Wasserregulator 198.
- §. 77. Windleitungen 199
 Construction 199. Weite, Form und Lage der Düsen 200. Windstock 200.
- §. 78. Winderhitzungsapparate 201
 Geschichtliches 201. Nutzen des erhitzten Windes 201. Verschiedene Constructionen solcher Apparate 202. Grenze der Lufterhitzung 203.
- §. 79. Windberechnungen 203
 Aus dem Rauminhalte des Gebläses 204. Aus der Geschwindigkeit der ausströmenden Luft und dem Düsenquerschnitte 204. Manometer 206.

Zweite Abtheilung.**Apparate zu chemisch-metallurgischen Prozessen auf nassem Wege.**

- §. 80. Allgemeines 208
- §. 81. Auflösungs- und Fällungsgefäße 209.
 Goldscheidungsapparat 209. Augustin's Silberextractionsapparat 209.
- §. 82. Amalgamirapparate 211
 Goldamalgamirmühle 211. Silberamalgamirapparat 211.

Dritte Abtheilung.

Apparate zu mechanisch-metallurgischen Prozessen.

- §. 83. Allgemeines 212
 Apparate zum Zerkleinern, Strecken, Trennen, Mengen,
 Fördern 212. Arbeitsgezüge 212.

V. Abschnitt.

Von den Hüttenproducten.

- §. 84. Allgemeines 213
 Begriff von Hüttenproducten 213. Classification dersel-
 ben 213. Krystallisirte Hüttenproducte 214. Nutzen der
 Hüttenproducten-Sammlungen 215.

Erstes Kapitel.

Von den Educten.

- §. 85. Allgemeines 216
 Begriff von Educt 216. Krystallisation 216.
- §. 86. Metalle und Metalloide 216
 Antimon 216. Arsen 217. Blei 217. Cadmium 218.
 Eisen 219. Gold 220. Kupfer 220. Quecksilber 224.
 Silber 224. Wismuth 224. Zink 225. Zinn 226.
 Schwefel 226.

Zweites Kapitel.

Von den Hüttenfabrikaten.

- §. 87. Allgemeines 227
 Begriff von Hüttenfabrikat 227.
- §. 88. Hüttenfabrikate 227
 Hartblei 227. Stahl 228. Antimonium crudum 230. Ar-
 senikglas 230. Realgar 232.

Drittes Kapitel.

Von den Zwischenproducten.

- §. 89. Allgemeines 232
 Entstehung der Zw. 232. Unterschied zwischen Zwi-
 schenproducten und Abfällen 233. Classification der
 Zw. 233.
- §. 90. Legirungen 233
 Goldhaltige L. 233. Silberhaltige L. 233. Kupferhal-
 tige L. 234. Zinnhaltige L. 236.
- §. 91. Schwefelungen (Steine) 236
 Chemische Constitution derselben 236. Steinbildung 240.
 Rohsteine von der kiesigen Roharbeit 241. Rohsteine
 von der Kupferarbeit 242. Kupfersteine 243. Blei-
 steine 245.

	Seite
§. 92. Arsenikmetalle (Speisen)	248
Entstehung 248. Chemische Constitution 248. Nickelarseniksp. 249. Wismuthhaltige Nickelarseniksp. 250. Eisenreiche Nickelarsenikspeis. 250. Bleiische Kupferarsenik- und Bleiantimonsp. 250. Kobaltarsensp. 251.	
§. 93. Kohlenstoffmetalle	251
Chemische Constitution der K. 251. Weisses Roheisen 253. Graues Roheisen 254.	
§. 94. Oxyde	256
Bleiglätte 256. Abstrich 258. Abzug 258. Herd 258. Testasche 258.	
§. 95. Metallsalze	259
Laugen 259.	

Viertes Kapitel.

Von den Hüttenabfällen.

§. 96. Allgemeines	259
Begriff 259.	
§. 97. Ofenbrüche	259
Bildung derselben 259. In Bleiöfen 260. Bleiglanz 260. Bleivitriol 260. Antimonnickel 261. Zinkoxyd 261. Ofengalmei 261. Bleigelb 262. In Rohöfen 262. Zinkische Ofenbr. 262. Rohofenblume 262. In Kupferöfen 263. Feldspath 263. Magneteisen 264. Erzgänge 264. In Zinköfen 264. Zink- und Cadmiumoxyd 264. In Eisenhohöfen 264. Gichtschwamm 264. Graphit 265. Chloralkalien 266. Cyankalium 267. Titan 268. Kieselsäure 269. Magneteisenstein 270. Eisenglanz 270. Feldspath 270. Metallisches Blei 270. Mennige 270. Gichtsand 271.	
§. 98. Geschur und Gekrätz	271
Eisensauen und Härtlinge 271. Saigerdörner 272.	
§. 99. Flugstaub, Hüttenrauch, Fluggestübbe	273
Entstehung 273. Bestandtheile 273. Schädliche Einwirkung auf die Vegetation 273. Schädliche Einwirkung auf den thierischen Organismus 273. Analysen des Rauches vom Verschmelzen der Silber-, Blei-, Kupfer- und Zinnerze in Schachtöfen 274. Analysen von Flugstaub aus Eisenhohöfen 275. Analysen von Rauch aus Treiböfen 275. Analysen des Rauches von der Röstung und Schmelzung der Silber-, Blei- und Kupfererze in Flammöfen 276.	
§. 100. Rückstände	276
Bildung derselben 276.	
§. 101. Schlacken	277
Bildung der Schlacken 277. Oxydschlacken 277. Silicateschlacken 277. Fluor- und Schwefelmetalle, Metallkörner und Steintheilchen in den Schlacken 278. Eisen-	

sulphosilicate 278. Chemische Constitution der Schlacken 278. Wichtigkeit der Kenntniss von der Zusammensetzung der Schlacken für den Hüttenmann 279. Eigenschaften der Schlacken, abhängig von ihrem Kieselsäuregehalte 280. Metallurgische Nomenclatur für die Schlacken 180. Chemische Formeln für Schlacken 282. Subsili-
catschlacken 282. Singulosilicatschlacken 282. Bisili-
catschlacken 282. Trisilicatschlacken 283. Quarz in
Schlacken 283. Amorphe und krystallinische Schlacken
284. Wichtigkeit der krystallisirten Schlacken für die
Geologie 285. Farben der Schlacken 286. Beschaffen-
heit der Schlacken, abhängig von der Qualität und An-
zahl der in denselben enthaltenen Basen 286. Schmelz-
barkeit der einfachen Silicate 286. Schmelzbarkeit der
Doppelsilicate 287. Anwendung der Schlacken 288.
Als Schmelzzuschläge 288. Verschmelzen der Schlacken
für sich 289. Mechanische Aufbereitung der Schlacken
290. Bausteine aus Schlacken 290. Verschiedene Ver-
wendung der Schlacken 290.

Bleischlacken 291. Vom Schachtofenbetriebe 291.
Vom Flammofenbetriebe 294.

Rohschlacken von der Silbergewinnung 295.
Vom Schachtofenbetriebe 295. Vom Flammofenbe-
triebe 295.

Kupferschlacken 295. Vom Schachtofenbetriebe
295. Vom Flammofenbetriebe 301.

Nickelhaltige Schlacken 303.

Zinnschlacken 304. Vom Schachtofenbetriebe
304. Vom Flammofenbetriebe 305.

Schlacken vom Eisenfrischen in Herden
und in Puddelöfen, vom Rohstahlfrischen, aus
Schweissöfen und Feineisenfeuern 305. Frisch-
schlacken 305. Puddelschlacken 308. Schweissofen-
schlacken 308. Feineisenfeuerschlacken 308. Rohstahl-
frischschlacken 309.

Kupuloofenschlacken 309.

Eisenhohofenschlacken 309. Zusammensetzung
309, Aggregatzustand 312. Specifisches Gewicht und
Härte 317. Farben 318. Analysen von krystallinischen und
krystallisirten Schlacken 319. Amorph. Schlacken 323.

Repertorium der Figurentafeln.

Tafel I. Figur 1—23.

- Fig. 1—4. Vorrichtungen zur Fassung und Ableitung der Gichtgase 123. 124.
" 5—6. Freiburger Zug-Gasgenerator in Verbindung mit einem Flammofen 131.
" 7. *Bischoff's* Zug-Gasgenerator zu Mägdesprung 130.
" 8. Gebläse-Gasgenerator zu Audincourt 131.
" 9—10. Unterharzer Rösthaufen 142.
" 11—12. Freiburger Röststadel mit ansteigender Sohle 144.
" 13. Oberharzer Saigerherd 145.
" 14—15. Frischfeuer 145.
" 16—17. Kleiner Kupfergarherd auf dem Oberharze 146.
" 18. Eisenbratherd.
" 19—20. Schottischer Bleisaigerherd 147.
" 21. Eisensteinsröstofen zu Lerbach im Oberharze 149.
" 22—23. Amerikanischer Bleiherd 147.

Tafel II. Figur 24—38.

- Fig. 24—25. Schlesischer Eisensteinsröstofen 149.
" 26—27. Belgischer Galmeiröstofen 149.
" 28—29. Schwedischer Eisensteinsröstofen 150.
" 30. Form 155.
" 31—32. Geschlossene Form 156.
" 33. Sächsischer Zinnschmelzofen 158.
" 34. Steyerischer Blauofen 158.
" 35—36. Oberharzer Bleiglanzschlieg-Ofen 159.
" 37—38. Zustellung eines Harzer Eisenhohofens 159.

Tafel III. Figur 39—54.

- Fig. 39—42. Freiburger Doppelofen 160.
" 43—45. Holzkohlen-Cupoloofen 160.
" 46—47. Oberharzer Kupfererzschmelzofen (Brillenofen) 160.
" 48—49. Mansfelder Kupferschieferofen (Brillenofen) 161.
" 50—51. Oberharzer Kupferfrischofen 161.

- Fig. 52—53. Oberharzer Glättefrischofen 161.
 „ 54. Treppenrost 169.

Tafel IV. Figur 55—78.

- Fig. 55—56. Mansfelder Doppelrösten 174.
 „ 57—58. Kärnthner einfacher Bleiofen 175.
 „ 59—60. Kärnthner Doppelofen 175.
 „ 61—62. Englischer Kupferraffiniröfen 175.
 „ 63—64. Französischer Bleierzschmelzofen 175.
 „ 65—66. Englischer Bleierzschmelzofen 175.
 „ 67—68. Gaspuddelofen 175.
 „ 69—70. Unterharzer Darrofen 176.
 „ 71—73. Oberharzer Treibofen 176.
 „ 74—75. Unterharzer Spleissofen 176.
 „ 76—77. Englischer Treibofen 177.
 „ 78. *Stockoe's* Rauchcondensator 179.

Tafel V. Figur 79—106.

- Fig. 79—81. *Graham's* Blenderrösten 180.
 „ 82. Oberharzer Arsenikrösten 181.
 „ 83. Windofen 181.
 „ 84—85. *Sefström's* Gebläseofen 182.
 „ 86—88. Oberharzer Silberfeinbrennofen 182.
 „ 89. Oberharzer Arsenikraffiniröfen 182.
 „ 90. Englischer Zinkdestilliröfen 182.
 „ 91—92. Schlesischer Zinkdestilliröfen 182.
 „ 93. Belgischer Zinkdestilliröfen 183.
 „ 94. Zweibrück'scher Quecksilberdestilliröfen 183.
 „ 95. Idrianischer Quecksilberdestilliröfen 183.
 „ 96. Spanischer Quecksilberdestilliröfen 183.
 „ 97. Schneeberger Wismuthofen 183.
 „ 98—99. *Plattner's* Wismuthofen 184.
 „ 100. Anhaltischer Antimonofen 184.
 „ 101. Ungarischer Antimonofen 184.
 „ 102. Französischer Antimonofen 184.
 „ 103. Schwedischer Cementiröfen 184.
 „ 104. Okersches Goldscheidungsgefäß 209.
 „ 105. Goldamalgamirmühle 209.
 „ 106. Freiburger Amalgamirapparat 209.

Tafel VI. Figur 107—123.

- Fig. 107—108. *Augustin's* Silberextractionsanstalt 209.
 „ 109. Einfacher Lederbalg 187.
 „ 110. Einfacher Lederbalg mit Reservoir 187.
 „ 111. Doppelter Lederbalg mit Reservoir 187.
 „ 112—113. Hölzerner Spitzbalg 188.
 „ 114. Kastengebläse mit Trockenregulator, einfach wirkend 190.
 „ 115. Doppelt wirkendes Kastengebläse 190.
 „ 116—117. Cylindergebläse 191.
 „ 118—119. Ventilator 192.
 „ 120. Wassertrommelgebläse 193.
 „ 121. Kettengebläse 194.
 „ 122. Glockengebläse 195.
 „ 123. Cagniardelle 195.

Tafel VII. Figur 124—161.

Fig.	124.	Tonnengebläse 195.
"	125.	Wasserregulator 198.
"	126.	Windstock 201.
"	127—128.	Lerbacher Lufterhitzungsapparat 202.
"	129.	Ilseburger Lufterhitzungsapparat 202.
"	130.	Wassermanometer 206.
"	131.	Quecksilbermanometer 207.
"	132—134.	Oberharzer Holzkohlen-Probirofen
"	135—137.	Schlesischer Cokesprobirofen.
"	138.	Freiberger Steinkohlenprobirofen.
"	139.	Oberharzer Bleischerben.
"	140.	Freiberger Bleitute.
"	141.	Röstscherben.
"	142.	Gaarscherben.
"	143.	Desgl.
"	144.	Ansiedescherben.
"	145.	Hessische Kupfertute.
"	146—147.	Kapellen.
"	148—149.	Eisentuten.
"	150.	Rötschälchen für Löthrohrproben.
"	151.	Thontiegel.
"	152.	Desgl. mit Kohle ausgefüttert.
"	153.	Kohlentiegel.
"	154.	Bleimaass.
"	155.	Mengkapsel.
"	156.	Probenlöffel.
"	157—158.	Kohlenhalter.
"	159.	Zum Ansieden.
"	160.	Zum Concentrationstreiben.
"	161.	Zum Feintreiben.

ERSTER BAND.

Die metallurgische Literatur ist in der That eine sehr umfangreiche, und es ist daher nicht möglich, in einem Werke von dieser Art alle die Arbeiten zu verzeichnen, die in diesem Fache erschienen sind. Es ist daher nur eine Auswahl zu geben, die die Wichtigkeit der verschiedenen Arbeiten zeigt. Die metallurgische Literatur ist in der That eine sehr umfangreiche, und es ist daher nicht möglich, in einem Werke von dieser Art alle die Arbeiten zu verzeichnen, die in diesem Fache erschienen sind. Es ist daher nur eine Auswahl zu geben, die die Wichtigkeit der verschiedenen Arbeiten zeigt.

THE FIRST

EINLEITUNG.

§. 1. **Metallurgie, Hüttenkunde und metallurgische Hüttenkunde.** Die Metallurgie im allgemeineren Sinne handelt die chemischen und mechanischen Prozesse ab, durch welche die nutzbaren Metalle (z. B. Silber, Antimon, Blei), manche Metalloide (z. B. Schwefel) und gewisse Verbindungen derselben (z. B. Schwefelantimon) aus ihren natürlichen Verbindungen (Erzen) dargestellt werden, und gehört danach die Lehre von der mechanischen Aufbereitung der Erze in das Gebiet der allgemeinen Metallurgie. Die Metallurgie im engeren Sinne lehrt vorzugsweise die wissenschaftlichen Grundsätze kennen, auf welchen die Abscheidung der genannten Substanzen aus ihren Erzen im Grossen (hüttenmännisch) meist durch chemische Operationen (Hüttenprozesse), seltner durch mechanische Manipulationen (z. B. das Auswaschen des Goldes aus goldhaltigem Sande) beruht, sie handelt von den Erscheinungen in den Hütten, in denen die Darstellung der Metalle etc. erfolgt. Dagegen macht sich die Hüttenkunde zur Aufgabe, die auf diesen Grundsätzen basirenden metallurgischen Operationen, wie sie an verschiedenen Orten ausgeführt werden, näher zu beschreiben. Die metallurgische Hüttenkunde hat es hiernach mit der Entwicklung und der Anwendung der metallurgischen Principien auf die Ausscheidung der nutzbaren Metalle etc. aus den Erzen auf den verschiedenen Hüttenwerken zu thun, und soll demgemäss durch vor-

liegende Schrift eine gedrängte Zusammenstellung und Uebersicht der hüttenmännischen Theorie und Praxis gegeben werden.

Hüttenwerke, Hütten nennt man diejenigen Baulichkeiten, in denen sich die Vorrichtungen zum Zugutemachen oder Verhütten der Erze, d. h. zur Ausscheidung der darin enthaltenen nutzbaren Substanzen befinden, und unter Hüttenwesen wird der Umfang aller zur Anlage und zum Betriebe von Hütten erforderlichen Kenntnisse sowohl, als auch der Inbegriff der dazu nöthigen Personen und Anstalten verstanden, so wie unter Ausbringen die Quantität des durch die Zugutemachungsmethode dargestellten Metalles etc.

§. 2. Hülfswissenschaften für die Metallurgie.¹⁾ Die Metallurgie war seit den ersten Zeiten der Civilisation in den Händen von Leuten, welche weniger als die andern von den angenommenen Begriffen beherrscht, dagegen aber von einem der stärksten Mittel für den Menschen, dem Streben nach Gewinn, angeregt wurden, das Wahre auf experimentalem Wege zu suchen und, wenn es gefunden, dabei stehen zu bleiben. Ihre Fortschritte selbst wurden durch den Einfluss der Dinge herbeigeführt. Die meisten Fundamentalscheinungen der Metallurgie waren entdeckt und auf die menschlichen Bedürfnisse angewandt, ehe die eigentlichen Naturwissenschaften selbstständig existirten. Lange vor Christi Geburt wurden fast alle Erscheinungen der Physik, Mechanik und Chemie, welche der Darstellung der Metalle zur Basis dienen, entdeckt, sie sind daher der Entwicklung der Metallurgie in den früheren Zeiten nicht förderlich gewesen, vielmehr gaben fast nur metallurgische Thatsachen der Chemie das Dasein. Erst am Ende des vorigen Jahrhunderts trug die Chemie der Metallurgie ihre Schuld ab, indem sie die wissenschaftliche Erklärung von bislang nur durch die Erfahrung bestätigten Thatsachen und der Metallurgie den festen Grund

¹⁾ *Le Play*, Beschreibung der Hüttenprozesse, welche in Wales zur Darstellung des Kupfers angewendet werden. Deutsch von *Hartmann*. 1851. p. 3.

gab, welchen die Arbeiten von *Berzelius*, *Lampadius*, *Karsten* etc. haben, so dass sie seit dieser Zeit als die hauptsächlichste Hülfswissenschaft für die Metallurgie gilt. Man ist aber bislang noch nicht dahin gekommen, mittelst der chemischen Grundsätze eine Erklärung aller metallurgischen Prozesse zu geben, letztere und die Prozesse der Experimentalchemie unterscheiden sich oft nicht nur durch den Massstab derselben, sondern auch durch wesentlich verschiedene allgemeine Principien und Wirkungs-mittel. So herrscht in manchen ganz gewöhnlichen Zweigen des Hüttenwesens, z. B. bei der Verkohlung, der Cementstahlfabrikation etc. noch viel Dunkel; die erhitzte Gebläseluft ist in neuerer Zeit gegen die Theorie von Praktikern eingeführt. Nur durch Beobachtung von That-sachen in den Hütten, woran es noch sehr fehlt, wird man die Hüttenprozesse besser kennen lernen, indem man die gegenseitige Beziehung der beobachteten Erscheinungen zu einander aufsucht, sie auf irgend eine Weise nach ihrer Wichtigkeit classificirt, um die fundamentalen Facta der durch eine Menge von Umständen — von denen man sich keine Rechnung ablegen konnte, ohne sich zu verwirren —, in alle Arbeiten eingeführten Complication und Unregelmässigkeit aufzudecken und zu entwickeln. Solche Beobachtungen haben ihre Schwierigkeiten, welche einestheils aus der ausserordentlichen Verwicklung des Gegenstandes, anderntheils aus der geographischen Entfernung der Hütten, der Renitenz der Hüttenbesitzer, welche sich durch Bekanntwerden ihrer Prozesse beeinträchtigt glauben, und endlich aus der passenden Verbindung des Beobachters mit den Arbeitern, welche allein die That-sachen kennen, entstehen. Die Arbeiter, welche den Gelehrten unbekannt, in den Hütten aber seit 30 Jahrhunderten vorkommende, sowohl unter einander, als auch mit den grossen Naturgesetzen im Zusammenhange stehende Erscheinungen mit so grosser Genauigkeit reproduciren, sind die wirklichen Bewahrer der seit Anfang der Civilisation angehäuften Erfahrungen, und sind die von denselben ausgeführten chemischen, physikalischen und mechanischen Reactionen durchaus nicht zufällig, sondern gewöhnlich

die Resultate sinniger Combinationen. Mit oft bewundernswerthem Tact nehmen Arbeiter, welchen anscheinend jede intellectuelle Bildung fehlt, die geringsten Nüancen von Erscheinungen wahr, deren Existenz die reine Wissenschaft bis jetzt oft nicht einmal vermuthet hat. Die Erfahrungen der Arbeiter schliessen der Wissenschaft bedeutende Schätze auf, sie verdienen eben so gut die Aufmerksamkeit der Forscher, als diejenige, mittelst welcher man zur Kenntniss der Naturgesetze gelangt ist.

Doch muss bei Beurtheilung hüttenmännischer Prozesse auch der Theorie der gebührende Platz eingeräumt werden. Ist gleich nicht jede theoretische Anschauung eine richtige, sondern oft einseitige, mittelst welcher der Practiker auf falsche Wege geführt werden kann, so unterstützt sie doch denselben in vielen Fällen in seinen Bemühungen, zum Verständniss und zu neuen Feldern seiner eignen Thätigkeit zu gelangen. Theorie und Praxis verhalten sich nach einem Ausspruche eines bekannten Chemikers, wie Auge und Hand. Beide können sich gegenseitig nützen und von einander lernen, der Hand allein gebührt der Preis des Schaffens, jedoch nur unter dem prüfenden Blicke des wachsamten Auges vermag sie die grösste Vollkommenheit ihres Werkes zu erreichen. Es gibt viele Veranlassungen beim Hüttenbetriebe, bei denen der Chemiker befragt und die Antwort aus dem Laboratorium geholt werden muss.

Zum Studium der allgemeinen anorganischen Chemie empfehlen sich unter andern die grösseren Werke von *Berzelius*, *Gmelin*, *Mitscherlich*, *Otto-Graham*, *Regnault-Bödecker*, so wie die kleineren von *Lehmann*, *Regnault-Strecker*, *Stöckhardt*, *Werther*, *Wöhler*.

In sehr naher Beziehung zur Hüttenkunde steht als einer der originellsten, sinnreichsten Zweige der analytischen Chemie die Probirkunst oder Docimasie, welche die quantitative Ermittlung derjenigen nutzbaren Substanzen in den Erzen im Kleinen auf trockenem oder nassem Wege in kürzester Zeit und desshalb auf Kosten der Genauigkeit lehrt, welche man im Grossen gewinnen will, so dass also die Probirkunst der Hüttenkunde zur Controle dient.

Hollunder, Versuch einer Anleitung zur mineralurgischen Probirkunst auf trockenem Wege. 2 Thle. Nürnberg 1826 u. 1827.

Berthier, Handbuch der metallurgisch-analytischen Chemie. 2 Bde. Mit eigenen Erfahrungen und Zusätzen vermehrt und übersetzt von *C. Kersten*. Leipzig 1835.

Bodemann, Anleitung zur berg- und hüttenmännischen Probirkunst. Clausthal 1845.

Plattner, Beitrag zur Erweiterung der Probirkunst. Freiberg 1849.

Qualitative und quantitative Löthrohruntersuchungen führen oft rascher zum Ziele, als docimastische Versuche.

Berzelius, die Anwendung des Löthrohrs in der Chemie und Mineralogie. Nürnberg 1828.

Plattner, die Probirkunst mit dem Löthrohr. 3. Aufl. Leipzig 1853.

Lenz, Löthrohrschule. Gotha 1848.

Krüger, Leitfaden zu qualitativen Untersuchungen mittelst des Löthrohrs. Berlin 1852.

Kerl, Leitfaden beim Löthrohrprobirunterricht an der Bergschule zu Clausthal. Clausthal 1851.

Von der analytischen Chemie unterscheidet sich die Probirkunst darin, dass erstere die Bestimmung sämtlicher Bestandtheile eines Körpers meist auf nassem Wege bezweckt.

H. Rose, ausführliches Handbuch der analytischen Chemie. 2 Bde. Braunschweig 1851.

Fresenius, Anleitung zur qualitat. chem. Analyse. Braunschweig 1852.

Fresenius, Anleitung zur quantit. chem. Analyse. Braunschweig 1845.

Rammelsberg, Anfangsgründe der quantit. mineralogisch- und metallurgisch-analyt. Chemie. Berlin 1845.

Wöhler, pract. Uebungen in der chemischen Analyse. Göttingen 1853.

Will, Anleitung zur chemischen Analyse. 3. Aufl. 1854.

Richter, Leitfaden zum Unterricht in der quantit. analyt. Chemie. Freiberg 1853.

Ausser mit den genannten Disciplinen muss der Hüttenmann mit den Lehren der Mathematik, Mechanik, Physik, Mineralogie und Geognosie vertraut sein, auch dürfen ihm berg- und forstmännische Kenntnisse nicht fehlen, er hat sich mit den Aufbereitungsprozessen bekannt zu machen und fleissig mit der Baukunst und dem Zeichnen zu beschäftigen.

Lampadius, Anleitung zum Studium des Bergbau- und Hüttenwesens. Freiberg 1820.

Lampadius gibt in seinem Handbuche der allgemeinen Hüttenkunde (II, Thl. 1. Bd. p. 2 u. II. Thl. 2. Bd. p. 301) dem angehenden Hüttenmanne Winke, worauf er beim Besuche von Hüttenwerken und zur Vergleichung ihrer Zweckmässigkeit und Nutzbarkeit zu achten hat; sowie im II. Thl. 4 Bd. p. 345 (1810) einen Umriss der Eisenhüttenkunde nach *Werners* Vortrag.

Das Regulativ zu dem practischen Vorbereitungscur auf den Freiburger Hüttenwerken für das Studium der Hüttenkunde (Jahrb. f. d. sächs. B. und Hm. 1852. p. 113; auch besonders abgedruckt, Freiberg bei Gerlach. 1851) verdient zum Studium von Hüttenprozessen im Allgemeinen der Empfehlung.

§. 3. Grenze der metallurgischen Hüttenkunde. Die metallurgische Hüttenkunde befasst sich nur mit der Darstellungsweise der in den Erzen enthaltenen nutzbaren Metalle und Metalloide, sowie der in den Erzen schon fertig gebildet vorkommenden nutzbaren Verbindungen, während die weitere Verarbeitung dieser Rohstoffe zu Fabrikaten entweder auf chemischem oder mechanischem Wege, der Form oder der inneren Körperlichkeit nach, die Technologie lehrt.

Chemisch technologische Prozesse sind z. B. die Fabrikation des Messings, des Realgars, der arsenigen Säure, der Vitriole, der Schwefelsäure etc.

Knapp, chemische Technologie. 2 Bde. Braunschweig, bei Vieweg und Sohn. 1847.

Payen, Gewerbschemie. Uebersetzt von Dr. *Fehling*. Stuttgart 1850.

Wagner, chem. Technologie. Leipzig 1853.

Schubarth, Handbuch der technischen Chemie und chemischen Technologie. 4. Aufl. 3 Bde. mit Atlas. Berlin 1851.

Als mechanisch technologische Prozesse sind beispielsweise zu erwähnen: die Umwandlung des geschmeidigen Eisens, des Zinks und des Kupfers in Blech und Draht.

Karmarsch, Handbuch der mechanischen Technologie. 2. Aufl. in 2 Bänden. Hannover 1851.

Nicht selten findet man gewisse Fabrikationszweige auf den Hüttenwerken, z. B. die Bereitung von Messing, Realgar, arseniger Säure, Blech, Draht, Schrot, Verarbeitung des Roheisens zu Stabeisen etc.

§. 4. Geschichte des Hüttenwesens. Die Geschichte des Hüttenwesens lässt sich in 3 grosse Zeitabschnitte bringen. Der erste Abschnitt reicht vom Ur-

sprunge des Hüttenwesens bis auf *Plinius* oder bis zum 1. Jahrhundert unserer Zeitrechnung. In diesem Zeitraume waren schon, wie aus der Bibel und den Schriften des *Strabo*, *Dioscorides*, *Plinius* und Anderer hervorgeht, Gold, Silber, Quecksilber, Kupfer, Zinn, Blei und Eisen bekannt.

Der zweite Abschnitt umfasst den Zeitraum von *Plinius* bis *Agricola*, oder vom ersten Jahrhundert bis 1550 n. Chr. Zu Anfang desselben wurde bedeutender Bergbau in Kleinasien, Spanien etc. betrieben, im 7. Jahrhundert auch in Böhmen, Mähren und Sachsen; im 9. Jahrhundert wurde der Bergbau im Rammelsberge aufgenommen; im 13. Jahrhundert kannte man Arsen, im 15. Jahrhundert Wismuth. Die erste Metallurgie erschien 1540 zu Venedig.

Der dritte Zeitraum geht von *Agricola* bis auf die neueste Zeit. *Agricola* ist der Vater der Metallurgie; in seiner um 1546 abgefassten Schrift *de re metallica* finden sich die ersten Anfänge einer wissenschaftlichen Hüttenkunde. Bemühten sich gleich verschiedene Schriftsteller neben und unmittelbar nach *Agricola*, mehr oder weniger deutliche Beschreibungen von Hüttenprozessen zu liefern, und wurden gleich in practischer Hinsicht bedeutende Fortschritte im Hüttenwesen gemacht, so war eine mehr wissenschaftliche Behandlung der Hüttenprozesse erst dann möglich, nachdem die Lehre vom Phlogiston verbannt worden und mit *Lavoisiers* wichtigen Entdeckungen sich die Chemie zur Wissenschaft erhob. Eine wissenschaftliche Bearbeitung des noch ungeordnet vorhandenen bedeutenden hüttenmännischen Materials hat zuerst *Lampadius* in Freiberg in seinem „Handbuche der allgemeinen Hüttenkunde“ (erste Auflage von 1801—1810, zweite Auflage von 1817—1827) geliefert; die Hauptgrundlage der ganzen neuern Metallurgie bildet das in den Jahren 1831 und 1832 erschienene „System der Metallurgie“ von *Karsten*, dem im Jahre 1841 ein weniger umfangreiches Werk, *Wehrle's* „Lehrbuch der Probir- und Hüttenkunde“ folgte, welches gekannt zu werden verdient. Als die neueste und wichtigste Erscheinung auf dem Felde der Metallurgie ist

Scheerer's „Lehrbuch der Metallurgie“ allseitig begrüßt worden, welches sich zur Aufgabe macht, diese wichtige, mit so vielen Zweigen der Naturwissenschaften und Technik in Berührung stehende Doctrin auf ihrem jetzigen Standpunkte in kurzgefasster und übersichtlicher Weise darzustellen.

Ueber die Geschichte des Hüttenwesens:

Lampadius, Grundriss einer allgemeinen Hüttenkunde. 1827. pag. 7.

Kopp, Geschichte der Chemie. 4 Bde. Braunschweig 1843—1847.

Karsten, Grundriss der Metallurgie. 1818. pag. 36.

Uebersicht der älteren metallurgischen Literatur in *Lampadius* Handbuch der allgem. Hüttenkunde, II. Thl., 2. Bd., pag. 240. (1827).

Uebersicht der wichtigsten metallurgischen Literatur von 1740—1830 in *Karstens* und *v. Dechens* Archiv für Mineralogie etc., Bd. XV, pag. 228; desgl. von 1830—1848 in *Scheerers* Metallurgie, Bd. I, pag. 598.

Verzeichniss der über Bergbau, Hüttenkunde und verwandte Wissenschaften erschienenen Bücher, Karten und Zeichnungen bei *Reichardt* in Eisleben, 1851, und zweiter Nachtrag von 1852, welcher die Literatur der Jahre 1841 bis Mitte 1851 umfasst, mit Hinweisung auf früher Erschienenes.

Zum Studium der Metallurgie empfehlen sich folgende Schriften:

Lampadius, Handbuch der allgemeinen Hüttenkunde. 5 Bde. Göttingen 1817—1827. — Supplemente, 2 Bde. 1818 und 1826. — Die neueren Fortschritte im Gebiete der gesamten Hüttenkunde. Freiberg 1839.

Karsten, Grundriss der Metallurgie. Breslau 1818.

Lampadius, Grundriss der allgemeinen Hüttenkunde. Göttingen 1827.

Karsten, System der Metallurgie, nebst Atlas. 5 Bde. Berlin 1831 und 1832.

A. Wehrle, Lehrbuch der Probir- und Hüttenkunde. 2 Bde., nebst Atlas. Wien 1841.

Scheerer, Lehrbuch der Metallurgie mit besonderer Hinsicht auf chemische und physikalische Principien. Braunschweig, I. Bd. von 1848 und II. Bd., 1. u. 2. Liefer. 1853.

Rammelsberg, Lehrbuch der chemischen Metallurgie. Berlin 1850.

§. 5. Eintheilung der metallurgischen Hüttenkunde. Man kann die Hüttenkunde in einen allgemeinen (präparativen) und in einen speciellen Theil zerfallen lassen.

Die allgemeine Hüttenkunde lehrt die chemischen Eigenschaften der hier in Betracht kommenden Metalle und ihrer Verbindungen, sowie die wissenschaftlichen Grundsätze kennen, auf denen die verschiedenen Zugutemachungsmethoden für Erze, also die Hüttenprozesse, be-

ruhen, sie handelt von den zum Betriebe der Hütten erforderlichen Materialien (Erzen, Zuschläge, Brennmaterialien etc.) und Vorrichtungen (Oefen, Gebläse, Gezähe etc.) und betrachtet die Erzeugnisse der Hüttenprozesse, die Hüttenprodukte, näher.

Die specielle Hüttenkunde umfasst die Lehre von der Gewinnung der einzelnen Metalle, Metalloide und ihrer hier in Betracht kommenden Verbindungen, unter Berücksichtigung der dazu erforderlichen Materialien und Vorrichtungen, sowie der Theorie und des Erfolges der verschiedenen Zugutemachungsmethoden auf den Hüttenwerken. Es werden hier abgehandelt werden: Blei, Kupfer, Quecksilber, Silber, Gold, Platin, Zink, Cadmium, Zinn, Wismuth, Eisen, Nickel, Kobalt, Antimon, Arsen, Mangan, Uran, Chrom, Schwefel.

ERSTER THEIL.

Allgemeine metallurgische Hüttenkunde.

I. Abschnitt.

Von dem metallurgisch-chemischen Verhalten der Metalle und ihrer Verbindungen.

Eigenschaften
der Metalle.

§. 6. Metalle. Die Metalle, chemisch einfache Körper, sind hauptsächlich characterisirt durch eigenthümlichen Glanz, Undurchsichtigkeit, grosse Leitungsfähigkeit für Wärme und Electricität, hohes specifisches Gewicht und electropositives Verhalten, wodurch sie sich meist von den Nichtmetallen unterscheiden. Diese Charactere gestatten indessen keine scharfe Trennung beider Gruppen, sondern es ist, da in der Natur nie scharfe Grenzen und Sprünge wahrzunehmen sind und sich stets leise Uebergänge zeigen, für einzelne Elemente (z. B. Arsen, Antimon, Selen etc.) noch unentschieden, zu welcher Gruppe man sie rechnen soll.

Classification
der Metalle.

Die sogenannten schweren Metalle, welche Gegenstand der Metallurgie sind, und von denen im Folgenden nur die Rede sein soll, lassen folgende Eintheilungen zu:

A) In Bezug auf ihr Verhalten zum Sauerstoff:

1. Unedle, leicht oxydirbare Metalle.

a) Nur Basen bildende: Zn, Cd, Pb, Ur.

b) Nur Säuren bildende: As.

c) Basen und Säuren bildende: Cu, Ni, Co, Bi, Sn, Cr, Mn, Fe, Sb.

2. Edle, schwer oxydirbare Metalle: Pt, Au, Ag, Hg.

B) Hinsichtlich ihrer Schmelzbarkeit:

1. Bei gewöhnlicher Temperatur flüssig und flüchtig: Hg.
2. Zwischen 200° und 420° C. schmelzbar und bei höherer Temperatur flüchtig: Zn, Cd, Pb, Bi, Sb, As.
3. Ueber 1000° C. schmelzbar: Cu, Ag, Au.
4. Nur im anhaltenden Ofenfeuer schmelzbar: Mn, Fe, Ni, Co, Pt.
5. Im Sauerstoffgebläse schmelzbar: Cr.

Hinsichtlich ihrer Hämmerbarkeit lassen sich die Metalle in folgender Reihe aufstellen: Au, Ag, Cu, Sn, Pt, Pb, Zn, Fe, Ni; hinsichtlich ihrer Härte: Stahl hart gezogen 100, Fe desgleichen 88, Au 14karätig und ausgeglüht 73, Stahl ausgeglüht 65, Cu hart gezogen 58, Ag 12löthig ausgeglüht 58, desgl. 14löthig 54, Fe ausgeglüht 42, Pt ausgeglüht 38, Cu ausgeglüht 38, Ag fein und ausgeglüht 37, Zn 34, Au fein und ausgeglüht 27, Sn 11, Pb 4; hinsichtlich ihrer Ziehbarkeit: Au, Ag, Pt, Fe, Cu, Zn, Sn, Pb, Ni. Die geschmeidigen Metalle krystallisiren im Allgemeinen tesseral, die spröden tetragonal, nämlich Au, Ag, Cu, Pb, Fe tesseral, Sn tetragonal, Sb, As, Bi hexagonal, Zn tesseral und hexagonal.

Physikal. Eigenschaften der Metalle.

§. 7. Metalllegirungen. Hierunter versteht man Verbindungen der Metalle unter einander in bestimmten Proportionen, wobei ein Ueberschuss des einen oder andern Metalles der gebildeten Legirung als Auflösungsmittel dient, welches nach dem Erstarren mit jener gemengt bleibt.¹⁾

Chem. Constitution der Legirungen.

Als Gründe dafür, dass die Legirungen chemische Verbindungen sind, gelten: das häufige Auftreten von Feuererscheinungen bei ihrer Bildung, das ungleichförmige Sinken der Temperatur beim Erstarren, die öftere Ausscheidung fester, constant zusammengesetzter Legirungen

¹⁾ *Pogg. Ann.* XVIII, 240; XXVI, 280. *Dingl. polyt. Journ.* CXIV, 128, CXXIX, 438; CXXII, 62. *Erdm. J. f. pr. Ch.* XLV, 87; LX, 449. *Polyt. Centr.* 1851, p. 56. *B. u. h. Ztg.* 1853, p. 907. *Bgwfd.* XIV, 471.

aus flüssigen, und der Umstand, dass Legirungen nicht die mittlere Dichtigkeit der sie componirenden Metalle besitzen ¹⁾ und leichtflüssiger als diese sind.

Die Metalle verbinden sich um so leichter mit einander, je verschiedener sie in ihren Eigenschaften sind, z. B. Kupfer und Zink unter Feuererscheinungen, Zink mit Silber, dagegen ersteres fast gar nicht mit Blei (*Parkes* Entsilberungsmethode).

Zerlegung der
Legirungen.

Die Zerlegung von Legirungen kann geschehen:

1) Durch Erhitzen der festen Legirungen bis zu einem gewissen Grade, wobei der leichtflüssigere Bestandtheil ausschmilzt (Trennung von Cu und Pb, von Sn und Fe durch Saigerung) oder wobei sich ein Bestandtheil verflüchtigt (Gold- und Silberamalgam, silberhaltiges Zink).

2) Durch allmäliges Abkühlen der flüssigen Legirung, wobei sich entweder nach ihrem specifischen Gewichte oder nach noch nicht näher genannten Gesetzen verschiedene Legirungen in mehr oder weniger krystallinischem Zustande absetzen. Dabei erstarrt zuweilen in dem geschmolzenen Metallgemisch das leichtflüssigere Metall zuerst (*Pattinson's* Krystallisationsmethode für Werkblei), für welche auffallende Erscheinung eine Erklärung noch nicht gefunden ist. Diejenigen Stellen, welche am schnellsten erstarren (der Rand), pflegen am reichsten an dem strengflüssigsten Metalle zu sein.

3) Durch Oxydation bei einer mehr oder weniger hohen Temperatur (Darren der Kiehnstöcke, Gaarmachen des Schwarzkupfers, Abtreiben des Werkbleies).

4) Durch Umschmelzen, wobei das specifisch leichtere Metall in flüssigem Zustande auf die Oberfläche geht (Zink und Blei).

5) Durch Behandlung mit Auflösungsmitteln, z. B. Quecksilber (Amalgamation des Schwarzkupfers), mit Säuren (Gold und Silber), oder mit oxydirenden und chlo- rirenden Zuschlägen (Cementiren des Goldes, Schmelzen des kupferhaltigen Silbers mit Salpeter, Zuschlag von Glätte beim Kupfergaarmachen) u. a. m.

¹⁾ *Kopp*, Modification der mittleren Eigenschaft. Frankfurt 1841.

Eine sehr wichtige Abtheilung der Legirungen bilden die Antimon- und Arsenmetalle. Die bei Hüttenprozessen bei der Zugutemachung arsen- und antimonhaltiger Blei-, Kupfer-, Nickel-, Kobalterze gewöhnlich fallenden Producte, in denen Arsen und Antimon an die Stelle des Schwefels treten, nennt man Speisen. Eisen, Nickel und Kobalt begünstigen ihre Entstehung, jedoch sind die näheren Umstände nicht immer zu erforschen, unter denen sie stattfindet. Diese Verbindungen sind spröde, krystallinisch, stark glänzend, oft leicht schmelzbar und meist von constanter Zusammensetzung.

Eigenschaften
der Metall-
speisen.

Beim Erhitzen für sich gehen dieselben unter Verflüchtigung von Arsen und Antimon meist in Verbindungen mit geringerem Antimon- und Arsengehalt über; beim Erhitzen an der Luft verwandeln sie sich unter Entbindung von arseniger und antimoniger Säure oder Antimonoxyd in Metalle (Goldscheidung mittelst Grauspiessglanz) oder in Oxyde mit mehr oder weniger antimon- und arsensauren Salzen gemengt, aus denen Arsen und Antimon oft nur sehr schwierig zu entfernen sind. Erhitzt man eine Verbindung von Eisen, Kobalt, Nickel und Arsen mit einem Auflösungsmittel, z. B. Borax oder Glas, an der Luft bis zum Schmelzen, so oxydirt und löst sich erst Eisen, dann Kobalt auf und es bleibt eine Verbindung von Ni^2 As zurück. (*Plattner's Nickelprobe*, Speisebildung bei den Blaufarbenwerken.)

§. 8. Metalloxyde und Säuren. Die Oxydation der Metalle geschieht

- 1) auf trockenem Wege, und zwar
 - a) schon bei gewöhnlicher Temperatur an der Luft (Arsen, feinzerteiltes Eisen und Kobalt);
 - b) beim Erhitzen an der Luft, zuweilen unter Entwicklung von Wärme und Licht (Feuer, Verbrennung, Glühe- und Flammenfeuer, wie Eisen, Kupfer, Zink, Blei);
 - c) beim Erhitzen mit Substanzen, welche Sauerstoff abgeben (Kupfer mit Salpeter, Wirkung des Bleioxyds auf Kupfer beim Abtreiben von kupferhaltigem Werkblei, sowie beim Probiren von Gaarkupfer, Schwarzkupfer etc. auf Silber). Beim Zusammenschmelzen eines

unedlen Metalles, z. B. Kupfer mit dem Oxyde eines andern dieser Metalle, z. B. Bleioxyd, erfolgt stets wenigstens eine theilweise Oxydation des ersteren, und die relative Menge des gebildeten Oxydes ist abhängig einmal von der relativen Menge des angewandten Oxydes, dann von dem Grade, in welchem sich das Metall electropositiv zum Oxyde und umgekehrt das Oxyd sich electronegativ zum Metall verhält. Hiernach kann Bleioxyd Kupfer und Kupferoxydul Blei oxydiren, je nachdem eins der beiden Oxyde im Ueberschuss vorhanden ist.¹⁾

2) auf nassem Wege durch Auflösen in Sauerstoffsäuren, wovon später in §. 12.

Eigenschaften
der Oxyde.

Die Metalloxyde, welche bei Hüttenprozessen häufig entstehen, sind entweder leichtflüchtig (Antimonoxyd, arsenige Säure, Cadmiumoxyd, Quecksilberoxyd) oder schmelzbar und bei höherer Temperatur flüchtig (Bleioxyd, Wismuthoxyd) oder strengflüssig und feuerbeständig (Eisenoxyd, Zinkoxyd, Zinnoxid etc.).

Reduction der
Oxyde.

Die Desoxydation oder Reduction der Metalloxyde kann entweder vollständig oder nur theilweise auf mehrfache Art geschehen, und zwar

1) auf trockenem Wege

a) durch blosses Erhitzen des Oxydes (Oxyde der edlen Metalle).

b) durch Erhitzen mit Kohle, indem diese an den Puncten, wo sie mit dem Metalloxyde in Berührung ist, in Kohlenoxydgas oder Kohlensäure übergeht. Letztere verwandelt sich unter Abgabe eines Theiles Sauerstoff an die überschüssig vorhandene Kohle in Kohlenoxydgas,²⁾ welches die Oxyde durchdringt und dabei reducirend einwirkt. Es ist desshalb nicht erforderlich, dass Kohle und Metalloxyd behuf der Reduction in inniger Berührung sind. (Verschmelzen der Blei-, Silber-, Zinn-, Kupfer-

¹⁾ *Dingl. polyt. Journ.* XXII, 266.

²⁾ Ueber die reducirende Wirkung des Kohlenoxydgases: *Despretz* in *Ann. de Chim. et Phys.* XLIII, 222. *Goebel* in *Erdm. J. f. pr. Ch.* VI, 386. *Le Play* u. *Laurent* in *Dingl. polyt. Journ.* XLVIII, 49. *Bgwfd.* V, 65. *Stammer* in *Pogg. Ann.* 1851. Nr. 1. *Dingl. polyt. Journ.* CXX, 428.

erze mit Kohle in getrennten vertikalen Säulen und von Eisenstein mit Kohle in horizontalen Lagen, Eisenprobe, Zinkgewinnung.)

Die Oxyde des Pb, Bi, Sb, Ni, Co, Cu und Fe reduciren sich bei einer mehr oder weniger starken Rothglühhitze, während die Oxyde des Mn, Cr, Sn und Zn zur Reduction der Weissglühhitze oder doch einer derselben nahe liegenden Temperatur bedürfen.

c) Durch Kohlenwasserstoffgas, welches sich neben Kohle, Kohlenoxyd, Kohlensäure und Wasserstoff aus rohen Brennmaterialien entwickelt¹⁾. (Verschmelzen der Eisenerze, Bleierze etc. mit Steinkohlen etc.)

d) Wasserstoffgas. Dasselbe erzeugt sich neben Kohlenoxydgas und Kohlensäure, wenn man Wasserdämpfe über glühende Kohlen strömen lässt²⁾. (Ist in Schottland und Norwegen auf *Brefens* Eisenwerk in Orebroe versuchsweise angewandt.)

2) auf nassem Wege aus ihren Auflösungen, worüber das Nähere in §. 12.

§. 9. Schwefelmetalle. Bei den Hüttenprozessen erzeugen sich häufig Verbindungen der Metalle mit Schwefel in verschiedenen Verhältnissen, die sogenannten Steine oder Leche, und zwar entweder als einfache Schwefelmetalle oder, wie in den meisten Fällen, als Schwefelsalze.

Zusammensetzung und Bildung der Schwefelmetalle.

Die Bildung der Schwefelmetalle³⁾ erfolgt:

1) auf trockenem Wege

a) durch Erhitzen eines Metalles mit Schwefel oder in Schwefeldampf (Zusammenschmelzen von Kupfer und Schwefel behuf Gewinnung von Kupfervitriol, von goldhaltigem Silber mit Schwefel etc.; Gold und Zink verbinden sich nicht direct mit Schwefel);

b) durch Erhitzen eines Metalloxydes mit Schwefel, wobei sich flüchtige schweflige Säure oder Schwefelsäure bildet, die mit einem Theile des Metalloxydes ein Salz erzeugt. (Einwirkung des Schwefeleisens

¹⁾ *Erdm. J. f. pr. Chem.* VI, 231. *Dingl.* LIX, 36. B. u. h. Ztg. 1845. p. 161.

²⁾ *Bgwfd.* III, 558.

³⁾ *Pogg. Ann.* XVII, 268. *Erdm. J. f. ök. u. techn. Ch.* II, 129.

auf oxydirtes Kupfer beim Verschmelzen der Kupfersteine.) Zuweilen entstehen auch Oxysulphurete (Antimonoxyd und Schwefel);

c) durch Reduction von schwefelsauren Metall-oxyden durch Kohle, Kohlenoxydgas, Kohlenwasserstoffgas oder Wasserstoffgas. (Verschmelzen gerösteter Leche mit mehr oder weniger feuchten natürlichen oder künstlichen Brennmaterialien);

d) durch Erhitzen eines Metalles oder Metall-oxydes in Schwefelkohlenstoffdampf, wobei in letzterem Falle Kohlenoxydgas und Kohlensäure entweicht. (Bildung der zinkischen Ofenbrüche.)

2) auf nassem Wege

durch Ausfällen eines Metalles aus seiner Lösung durch Schwefelwasserstoff oder ein Schwefelkali. (*Plattner's Goldextractionsmethode*, Darstellung von Nickel und Kobalt.)

Zerlegung
der Schwefel-
metalle.

Die Zerlegung der Schwefelmetalle¹⁾ lässt sich herbeiführen

1) durch Erhitzen für sich bei Luftabschluss. Pb²⁾ schmilzt, jedoch weniger leicht, als metallisches Blei, ist aber viel flüchtiger als dieses und zersetzt sich dabei in eine höhere flüchtige und in eine niedrigere, im Rückstand bleibende Schwefelung Pb. Diese bildet in der Hitze eine geschmolzene Masse, aus der sich beim Erkalten Blei ausscheidet; bei höherer Temperatur entsteht daraus Pb⁴S. — Cu geht unter Verdampfung der Hälfte Schwefel in Cu über. — Fe (Schwefelkies) verwandelt sich allmählig unter Entweichung von 23% Schwefel in Fe⁶ Fe (Magnetkies),

¹⁾ *Fournet*, Untersuchungen über Sulphurete. *Erdm. J. f. pr. Ch.* II, 129. *Bredberg*, über das Verhalten der Schwefelmetalle beim Schmelzen für sich und mit andern Körpern. *Erdm. J. f. ök. u. techn. Ch.* XII, 287. *Bgwfd.* VII, 94, 109.

²⁾ *Jordan*, Versuche über die Entschwefelung des Bleiglanzes etc. *Erdm. J. f. ök. u. techn. Ch.* XI, 329. — *Fournet*, Beobachtungen beim Rösten des Bleiglanzes. *Ann. d. min.* 1833. II. 3.

bei heftigem Glühen bleibt $\dot{\text{Fe}}$ zurück. — $\ddot{\text{Fe}}$ geht ebenfalls bei starkem Glühen unter Schwefelverlust in Magnetkies über. $\dot{\text{Fe}}$ verliert selbst bei Weissglühhitze keinen Schwefel. — $\dot{\text{Zn}}$ verdampft selbst in der Weissglühhitze nicht. — $\dot{\text{Ag}}$ wird nicht zerlegt. — $\dot{\text{Au}}$ und $\ddot{\text{Au}}$, sowie $\dot{\text{Pt}}$ und $\ddot{\text{Pt}}$ verwandeln sich in Metalle. — $\dot{\text{Hg}}$ verdampft unzersetzt. — $\ddot{\text{Sb}}$ schmilzt leicht, kocht in starker Glühhitze und lässt sich unzersetzt überdestilliren. — $\dot{\text{As}}$ und $\ddot{\text{As}}$ schmelzen leicht, ersteres etwas leichter, als letzteres und verdampfen, ohne sich zu zersetzen, weit unter der Glühhitze.

2) durch Erhitzen an der Luft und durch Reduction der erzeugten Oxyde. $\dot{\text{Pb}}$ gibt ein Gemenge von $\dot{\text{Pb}}$ und $\dot{\text{Pb}}\ddot{\text{S}}$, aus welchem letzteren die $\ddot{\text{S}}$ selbst bei Schmelztemperatur nicht ausgeschieden werden kann. Dieses Salz erweicht in der Hitze, verwandelt sich bei starker Weissgluth in ein Email, oxydirt sehr viele Metalle durch seine Schwefelsäure, selbst das Silber, und schmilzt leicht mit Bleioxyd zusammen. — $\dot{\text{Pb}}$ verhält sich wie $\dot{\text{Pb}}$. — $\dot{\text{Cu}}$ und $\dot{\text{Cu}}$ verwandeln sich bei vorsichtigem Erhitzen in $\dot{\text{Cu}}$ und $\ddot{\text{S}}$, sodann in $\dot{\text{Cu}}\ddot{\text{S}}$, nachdem bei verminderter Entwicklung von $\ddot{\text{S}}$ der zutretende Sauerstoff der Luft nicht mehr durch den Schwefel allein zur Bildung von $\ddot{\text{S}}$ absorbirt wird. Bei gesteigerter Temperatur zersetzt sich, unter Zurücklassung von basisch schwefelsaurem Kupferoxyd ($\dot{\text{Cu}}^3\ddot{\text{S}}$) ein Theil der $\ddot{\text{S}}$ in $\ddot{\text{S}}$ und O, welcher letztere noch vorhandenes $\dot{\text{Cu}}$ in $\dot{\text{Cu}}$ überführt. Bei noch höherer Temperatur geht alle $\ddot{\text{S}}$ als weisser Dampf fort und es bleibt $\dot{\text{Cu}}$ zurück. Bei rasch steigender Temperatur findet keine vollkommene Oxydation, sondern ein Schmelzen statt, wo dann durch die Einwirkung der

oxydirten Bestandtheile auf die unzersetzte Schwefelung ein Gemenge von Cu , Cu S , Cu und metallischem Kupfer entsteht. — Fe verwandelt sich zuerst in Fe , S und Fe S ; bei weiterer Unterhaltung der Rothglühhitze in S und Fe S , bei Steigerung derselben in Fe und $\text{Fe}^3 \text{S}$, und endlich in Fe . — Zn geht nur langsam in Zn und Zn S über, und letzteres erst bei starker Hitze allmählig in $\text{Zn}^3 \text{S}$ und zuletzt in Zn . — Bi schmilzt leicht und gibt stets ein Oxysulphuret. — Ag wird selbst beim sorgfältigsten Erhitzen in metallisches Silber umgewandelt und nur, wenn dasselbe mit andern Schwefelungen gemengt ist, in Silbervitriol übergeführt. — Sb geht wegen seiner Leichtschmelzigkeit nur schwierig in ein Gemenge von Sb und Sb über, welches sich bei sehr hoher Temperatur verflüchtigt und in der Regel Sb eingemengt enthält. — As und As bilden flüchtige schweflige und arsenige Säure. — Ni kann ohne Schwierigkeiten in ein Gemenge von Ni und Ni übergeführt werden. — Co gibt beim Erhitzen einen Theil Co S . — Hg , Au und Pt verwandeln sich unter Entbindung von S in Metalle.

Dieser Zersetzungsmethode (Röstung), verbunden mit einer nachherigen Reduction der gebildeten Oxyde und schwefelsauren Salze, werden sehr häufig geschwefelte Blei-, Kupfer- und Silbererze und davon fallende Leche unterworfen.

3) durch Erhitzen in Wasserdämpfen. — Pb wird unter Bildung von etwas H und einer Bleihaut nur wenig zersetzt. — Cu gibt bei Rothglühhitze wenig, beim Weissglühen viel H und H nebst sublimirtem Schwefel unter Bildung von metallischem Kupfer. — Fe zerlegt sich unter Entweichen von viel H und H in eine schwarze magne-

tische Masse. — $\dot{\text{Zn}}$ verwandelt sich nur bei sehr hoher Temperatur in $\dot{\text{Zn}}$. — $\dot{\text{Hg}}$ verflüchtigt sich zum Theil unzersetzt, zum Theil wird es in Metall verwandelt. — $\dot{\text{Ag}}$ gibt metallisches Silber, welches sich in denselben baum- und moosförmigen Gestalten abscheidet, wie sie in der Natur vorkommen. (*Pogg.*, LX, 289.) — $\ddot{\text{Sb}}$ zerlegt sich unter Bildung von viel $\dot{\text{H}}$ in $\ddot{\text{Sb}}$, welches mit unzersetztem $\ddot{\text{Sb}}$ sich als pomeranzengelber Körper sublimirt. — $\ddot{\text{As}}$ gibt unter Entwicklung von viel $\dot{\text{H}}$ ein Sublimat von $\ddot{\text{As}}$ und $\ddot{\text{As}}$. — $\dot{\text{Ni}}$ und $\dot{\text{Co}}$ verlieren nur wenig Schwefel.

Nach dem vorstehenden von *Regnault*¹⁾ nachgewiesenen Verhalten der Schwefelmetalle ist der atmosphärische Sauerstoff viel wirksamer darauf, als der Wasserdampf. *Cummenge*²⁾ hat letzteren in neuester Zeit, und zwar mit dem besten Erfolge, zur Zerlegung von Schwefel-, Antimon- und Arsenmetallen benutzt, indem derselbe die gleichzeitige Einwirkung der atmosphärischen Luft ganz ausschloss und dabei eine bestimmte nicht zu hohe Temperatur anwandte.

4) durch Erhitzen mit Kohle. $\dot{\text{Pb}}$ lässt beim Weissglühen im Kohlentiegel unter Verflüchtigung von $\ddot{\text{C}}$ zuerst $\dot{\text{Pb}}$, dann Pb^4S zurück. — $\dot{\text{Fe}}$ verliert nur wenig Schwefel. — $\dot{\text{Zn}}$ wird in der Weissglühhitze unter Bildung von metallischem Zink zerlegt.

Da nur wenige Schwefelungen, und diese meist auch nur zum Theil, von Kohle unter Bildung von $\ddot{\text{C}}$ zersetzt werden, so findet die Kohle zu diesem Zwecke keine metallurgische Anwendung, wohl aber spielt der Schwefelkohlenstoff bei manchen metallurgisch-chemischen Vor-

¹⁾ *Erdm.*, J. f. pr. Ch. X, 129. LVII, 254. Bgwfd. VII, 109. *Pogg.*, Ann. LX, 285.

²⁾ Ann. d. min. 1 livr. de 1852. pag. 424. B. u. h. Ztg. 1853. Nr. 33. Polyt. Centr. 1853. pag. 549.

gängen, z. B. bei der Bildung von Ofenbrüchen, eine nicht unwichtige Rolle.

5) durch ein anderes zum Schwefel verwandteres Metall. *Fournet*¹⁾ hat als Hauptresultat seiner Untersuchungen über die gegenseitige Einwirkung von Metallen und Schwefelmetallen folgendes für die Metallurgie sehr wichtige Gesetz aufgestellt: von den Metallen Cu, Fe, Sn, Zn, Pb, Ag, Sb und As hat Cu die stärkste und As die schwächste Verwandtschaft zum Schwefel; bei den übrigen Metallen dieser Reihe ist die Verwandtschaft zum Schwefel desto stärker, je näher sie dem Kupfer stehen. Zwei in dieser Reihe benachbarte Metalle, von denen das eine oder andere mit Schwefel verbunden ist, entschwefeln sich gegenseitig nur schwierig, während dies desto leichter geschieht, je weiter sie von einander entfernt sind. (Zerlegung des geschwefelten Bleies, Antimons und Quecksilbers durch Eisen.)

6) durch Erhitzen mit Metalloxyden, wobei je nach dem Verhältnisse beider entweder ein regulinisches Metall (Kärnthner Bleiflammofenprozess, Schwarzkupferdarstellung im Flammofen) oder eine niedrigere Schwefelungsstufe (englischer Bleiflammofenprozess, Concentration der Kupfersteine in Flammofen) oder ein Gemenge von Oxyd und schwefelsaurem Salze (französischer Bleiflammofenprozess) entsteht.

*Berthier*²⁾ hat das Verhalten verschiedener Schwefelmetalle zum Bleioxyd untersucht und gefunden, dass zur Zerlegung von 1 Gewichtstheil

Pb	As	Fe	Fe	Sb	Sn	Zn
1,87	50—60	30	50	25	30	25

Theile Bleioxyd erforderlich sind.

7) durch Erhitzen mit Metallsalzen, wobei ähnliche aber meist kräftigere Reactionen wie im vorigen Falle hervorgerufen werden. So wirken die schwefelsauren Salze des Eisens, Kupfers und Bleies, namentlich der Sauerstoff ihrer Schwefelsäure, kräftig oxydirend auf die

¹⁾ *Erdm.*, J. f. pr. Ch. II, 120.

²⁾ *Karst.*, Arch. XIX, 254. (1829).

Schwefelmetalle ein und verwandeln selbst das Schwefelsilber und das metallische Silber in Silbervitriol. (Bleiflammofenprozess, *Ziervogels Silberextraction*.) Kohlen-saures Bleioxyd wird zuweilen, z. B. beim Probiren, anstatt Bleioxyd angewandt, seltner gebraucht man kiesel-saures Bleioxyd.

8) durch Erhitzen mit Alkalien, alkalischen Erden und ihren Verbindungen, wobei unter Abscheidung eines mehr oder weniger grösseren Theiles des Metalles aus der Schwefelung ein schwefelsaures Alkali oder Erdsalz neben einem alkalischen oder erdigen Schwefelmetall erzeugt wird. (Anwendung von Aetzkali, Aetznatron, Potasche und Soda beim Probiren der Bleierze, Kupfererze etc., Zerlegung des Zinnobers durch Kalk.) Die Zerlegung wird wohl durch Zuschlag von kräftigen Oxydationsmitteln (Salpeter) oder sonstigen Entschwefelungsmitteln (Eisen, Eisenhammerschlag) befördert.

§. 10. Kohlenstoffmetalle. Es kommen hier nur Kupfer und Eisen in Betracht, von denen ersteres durch geringe Mengen Kohlenstoff in seinen Eigenschaften sehr verändert wird, während letzteres damit für die Technik sehr wichtige Verbindungen (Roheisen, Stahl und Stabeisen) erzeugt. Auf welche Weise die Kohlunng des Eisens vor sich geht, ist noch nicht genau ermittelt. *Laurent*¹⁾ nimmt an, nachdem die Flüchtigkeit des Kohlenstoffs durch *Despretz's* Versuche erwiesen worden, dass sich der bei sehr hoher Temperatur entstehende Dampf des Kohlenstoffs mit dem Eisen verbinde. Nach *Stammer's*²⁾ neuesten Versuchen bildet sich bei Einwirkung von Kohlenoxydgas auf Eisenoxyd neben metallischem Eisen auch Eisencarburet, indem das metallische Eisen aus dem Kohlenoxydgas Kohle abscheidet und dadurch Kohlensäure gebildet wird.

Bildung
der Kohlenstoff-
metalle.

Die Zeit, welche zur Bildung von Kohleneisen erforderlich ist, hängt von der Porosität des Eisens ab. Leichter, als durch C geschieht die Kohlunng des Eisens

¹⁾ Polyt. Centr. 1849. p. 1343.

²⁾ *Dingl.*, polyt. Journ. CXX, 430.

durch CH^2 und CH^1). Nach *Gay-Lussac* und *Duflos*²⁾ wird Eisen von Cyangas gekohlt. Nach *Stein*³⁾ können bei der Kohlung des Eisens Kohlenwasserstoff, Kohlenoxydgas und Cyankalium gemeinschaftlich wirken, ja es kann nach demselben zugegeben werden, dass hier, sowie in allen Fällen, wo geschmolzenes Eisen mit Kohle in Berührung kommt, eine unmittelbare Kohlenstoffaufnahme stattfindet.⁴⁾ Nebelhaft bleibt immer noch der Vorgang der Cementation, der Umwandlung des Stabeisens in Stahl bei nicht sehr hoher Temperatur.

Zerlegung
der Kohlenstoff-
metalle.

Die Zerlegung der Kohlenstoffmetalle geschieht hauptsächlich durch Erhitzen an der Luft (Eisenfrischen) oder mit Körpern, welche Sauerstoff abgeben (Schlackenpuddeln, Zuschlag von Gaarschlacken, Eisenhammerschlag, Braunstein, Wasserdampf beim Frischen).

Bildung
der Phosphor-
metalle.

§. 11. Phosphormetalle. Dieselben kommen bei metallurgischen Prozessen nur untergeordnet vor und entstehen dann gewöhnlich durch Reduction von in den Erzen (Blei-, Kupfer- und Eisenerzen) enthaltenen phosphorsauren Metalloxyden. Sie sind leichtflüssig und spröde und gehen beim Erhitzen an der Luft in phosphorsaure Salze über, aus welchen durch kräftige Basen die meist für das Hauptproduct schädliche Phosphorsäure abgeschieden werden kann. (Zuschlag von Kalk beim Verfrischen von phosphorhaltigem Roheisen.)

Bildung
der Metallsalze.

§. 12. Metallsalze, und zwar Sauerstoff- und Haloidsalze. Die Bildung derselben kann geschehen:

1) auf trockenem Wege

a) durch Erhitzen von Schwefel-, Antimon- oder Arsenmetallen bei Luftzutritt (*Ziervogel's* Silberextractionsmethode, Gewinnung von Zinkvitriol am Unterharz).

b) durch Erhitzen von Metallen oder Schwefel-, Antimon- und Arsenmetallen mit Salzbildern (Bildung von Chlorsilber bei der Amalgamation) oder

¹⁾ *Erdm. u. Schweigg.*, J. f. pr. Ch. II, 333.

²⁾ *Brandes*, Arch. XXII, 282.

³⁾ *Dingl.*, polyt. Journ. CXXI, 283. B. u. h. Ztg. X, 673.

⁴⁾ *Scheerer*, Met. II, 9.

gewissen Sauerstoffsalzen (Silber oder Schwefelsilber mit Eisen-, Kupfer-, Bleivitriol).

2) auf nassem Wege

a) durch Behandlung mit Salzbildern in freiem oder gebundenem Zustande (Bildung von Chlorgold durch Chlorgas nach *Plattner's* Verfahren, von Chlorsilber durch Kupferchlorid bei der amerikanischen Amalgamation und bei *Gurtt's* Methode). *Karsten*¹⁾, *Boussingault*²⁾, *Malaguti* und *Durocher*³⁾ haben die Einwirkung des Chlors und der Chloride auf Schwefelungen näher untersucht.

b) durch Behandlung mit Säuren. Das Verhalten der Metalle zu Säuren geht aus folgender Tabelle hervor:

Metalle	Salpetersäure	Schwefelsäure	Salzsäure	Königswasser
Antimon	oxydirbar, aber nicht löslich	verdünnt und kalt wirkt nicht, beim Kochen löslich	beim Kochen löslich	leicht löslich
Arsen	löslich	wie Antimon	in geringer Menge löslich bei Luftzutritt	leicht löslich
Blei	leicht löslich	schwer löslich in der Hitze unter Bildung von PbS , welches sich nicht vollständig löst	wird in der Hitze nur wenig angegriffen	löslich unter theilweiser Abscheidung von $PbCl$
Cadmium	leicht löslich	schwerer löslich	schwerer löslich	leicht löslich
Chrom	schwer löslich	in verd. S. löslich, in conc. unlöslich	löslich	schwer löslich

¹⁾ *Karst.*, Arch. 1. R. XVII, 255; XXV, 180.

²⁾ *Pogg.*, Ann. XXXII, 109. *Erdm.*, J. f. pr. Ch. II, 155.

³⁾ *Malaguti* und *Durocher*, Ueber das Vorkommen und die Gewinnung des Silbers. Deutsch von *Hartmann*. Quedlinburg 1851.

Metalle	Salpetersäure	Schwefelsäure.	Salzsäure	Königswasser
Eisen	löslich	in verd. S. sehr leicht löslich, in conc. schwerer löslich.	in verd. S. sehr leicht löslich	sehr leicht löslich
Gold	unlöslich	unlöslich	unlöslich	leicht löslich
Kobalt	leicht löslich	in verd. S. leicht löslich, in conc. nur beim Erwärmen	langsam löslich	leicht löslich
Kupfer	leicht löslich	in verd. S. unlöslich, in conc. S. beim Kochen löslich	bei Luftzutritt etwas löslich	leicht löslich
Mangan	leicht löslich	in verd. S. leicht löslich	leicht löslich	leicht löslich
Nickel	leicht löslich	in verd. S. langsam löslich	langsam löslich	leicht löslich
Platin	unlöslich	unlöslich	unlöslich	in der Wärme löslich
Quecksilber	löslich	in conc. kochender S. lösl.	unlöslich	leicht löslich
Silber	leicht löslich	in conc. kochender S. lösl.	unlöslich	unter Abscheidung v. Chlorsilber zersetzbar.
Wismuth	leicht löslich	in conc. kochender S. lösl.	sehr schwer löslich	löslich
Zink	leicht löslich	in verd. S. sehr leicht löslich	sehr leicht löslich	sehr leicht löslich
Zinn	in verd. kalter S. löslich, in conc. bildet sich unlösliches Zinn-oxyd.	in conc. kalter u. verd. heisser S. löslich.	in der Wärme langsam löslich	in der Kälte löslich bei allmähligem Zusatz des Zinns.

Eine Zerlegung der Metallsalze, welche entweder in Wasser löslich oder unlöslich, feuerbeständig oder flüchtig sind, lässt sich herbeiführen

Zerlegung der Metallsalze.

1) auf trockenem Wege

a) beim Erhitzen für sich. Nur in wenigen Fällen scheidet sich dabei ein Metall ab (Goldchlorid, Chlorplatin, schwefelsaures Silberoxyd), meist verlieren die Metallsalze dabei ihre Säure, indem Oxyde zurückbleiben (Eisenvitriol, Kupfervitriol), manche werden gar nicht zersetzt (schwefelsaures Bleioxyd, Chlorsilber, arsen- und antimonsaure Salze).

b) beim Erhitzen mit Kohle¹⁾. Pb S wird bei schwacher Glühhitze zum Theil in Pb verwandelt, welches bei erhöhter Temperatur unter Abscheidung von metallischem Blei auf den Bleivitriol zerlegend einwirkt. — Cu S gibt bei dunkler Rothglühhitze unter Entwicklung von C und S metallisches Kupfer; bei starker Glühhitze erzeugt sich mehr C und der Rückstand enthält Schwefelkupfer. — Zn S zerlegt sich bei Rothglühhitze unter Bildung von Zn und einem Gemenge von 2 Vol. S und 1 Vol. C, bei stärkerer Hitze bildet sich metallisches Zink; rasch zum Weissglühen erhitzt, entsteht neben C wenig C und S, auch Zn.

c) beim Erhitzen mit alkalischen oder erdigen Zuschlägen, sonstigen Reductions- oder Entschwefelungsmitteln. (Chlorsilber mit Potasche, Bleivitriol mit Potasche, Kohle, Mehl und Eisen beim Probiren etc.)

2) auf nassem Wege

a) durch ein anderes Metall mittelst eines electrochemischen Prozesses (Chlorsilber durch Eisen bei der Amalgamation, Silber durch Kupfer bei *Augustin's*, *Zier-vogel's* und *Gurlt's* Silberextractionsmethode).

¹⁾ *Gay-Lussac*, Ueber die Zersetzung der schwefelsauren Metallsalze durch Kohle. *Erdm.*, J. f. pr. Ch. XI, 65.

Die Metalle sind in der nachstehenden Reihe so geordnet, dass das vorhergehende durch das folgende ausgefällt wird: Pt, Au, Ag, Hg, Bi, Cu, Sn, Pb, Cd, Fe, Zn. Zink und Eisen schlagen sich gegenseitig nicht nieder, dagegen wird von beiden Antimon als schwarzes Pulver gefällt.

b) durch Verbindungen, die sich höher zu oxydiren vermögen. (Gold aus seinen Lösungen durch schweflige Säure, Oxalsäure, arsenige Säure, Eisenvitriol, Ameisensäure etc.)

II. Abschnitt.

Von den Hüttenprozessen.

Begriff
von Hütten-
prozessen.

§. 13. Eintheilung der Hüttenprozesse. Hüttenprozesse nennt man die chemischen Operationen im Grossen, durch welche Erze oder schon erzeugte Hüttenproducte zu Gute gemacht werden. Man bedarf dazu theils mechanischer, theils chemischer Hülfsmittel. Zu ersteren sind die verschiedenen Arten von Oefen, die Gebläse, das Gezähe, die Apparate zur Zerkleinerung (Pochwerke, Walzwerke, Mühlen, Hämmer etc.), zur Trennung (Siebe, Schlämmfässer etc.), zum Mengen, Strecken u. a. zu rechnen, zu letzteren hauptsächlich Brennmaterial, Luft, verschiedene Zuschläge, Wasser, Chlor u. a. m.

Die chemisch-metallurgischen Operationen sind im Allgemeinen eine Anwendung der Lehren von der chemischen Verwandtschaft. Soll diese zwischen zwei oder mehreren Körpern zur Wirkung kommen, so müssen sich dieselben in einem schicklichen Aggregatzustande befinden und dieser ist entweder der tropfbarflüssige oder der gasförmige.

Das Flüssigmachen der Erze etc. kann entweder auf trockenem Wege, durch erhöhte Temperatur, durch Schmelzen geschehen, oder auf nassem Wege durch

Behandeln der zu verarbeitenden Substanzen mit Flüssigkeiten (Lösungsmitteln). Der gasförmige Aggregatzustand ist zwar für die chemische Einwirkung verschiedener Körper auf einander oft noch geeigneter als der tropfbarflüssige, allein der letztere genügt in den meisten Fällen und gibt zu Metallverlusten durch Verflüchtigung weniger Veranlassung. Auch ist nicht immer erforderlich, dass die Körper, welche chemisch auf einander einwirken sollen, sämtlich flüssig oder gasförmig sind, indem man schon dadurch chemische Veränderungen an gewissen festen Substanzen (Erzen) hervorzubringen vermag, wenn man Lösungsmittel (z. B. Chlorwasser auf Goldkiese, Ausscheidung des Silbers und Kupfers aus seinen Lösungen durch Eisen) oder Gase (z. B. Sauerstoff, Chlor, Wasserdampf beim Rösten geschwefelter Erze, Kohlenoxydgas auf Eisenoxyd beim Eisenhohofenprozess) darauf einwirken lässt.

Es gelingt nicht immer, durch eine einzige metallurgische Operation den Prozess zu beendigen, sondern es ist, namentlich wenn mehrere nutzbare Metalle in den Erzen vorkommen, eine Reihenfolge von chemischen Operationen erforderlich, um den Zweck, die Abscheidung der Metalle, zu erreichen.

Sowohl bei den Hüttenprozessen auf trockenem, als auch auf nassem Wege ist die Anwendung der Electricität in Vorschlag gebracht und mit mehr oder weniger günstigem Erfolge benutzt worden, z. B. bei der Gewinnung des Kupfers¹⁾, Silbers²⁾, Eisens³⁾, Bleies⁴⁾, Zinns⁵⁾, Zinks⁶⁾.

Electricität
bei Hüttenpro-
zessen in An-
wendung.

Gewöhnlich gehen den chemisch-metallurgischen Prozessen mechanische Operationen (Zerkleinerungs-, Scheide-,

¹⁾ B. u. h. Ztg. 1853. p. 729. Bgwfd. X, 140; XI, 584; XII, 270, 406, 624.

²⁾ Bgwfd. I, 266, 541; III, 282. *Dingl.*, LX, 76; LXIX, 165. B. u. h. Ztg. Ergänz. 1846. p. 63. *Erdm.*, J. f. pr. Ch. XL, 449. *Lamp.*, Fortschr. 1839. p. 97. *Scheerer*, Met. I, 51. *Grützner*, Aug. Extr. p. 162.

³⁾ B. u. h. Ztg. 1853. p. 889. Bgwfd. X, 195.

⁴⁾ *Polyt. Centr.* 1854. p. 304. Bgwfd. I, 266, 539.

⁵⁾ *Polyt. Centr.* 1854. p. 304.

⁶⁾ *Polyt. Centr.* 1854. p. 304.

Mengungsarbeiten u. a.) voran, welche die chemische Einwirkung befördern, oder auf die Qualität des zu erzeugenden Productes einen günstigen Einfluss ausüben.

Classification
der Hütten-
prozesse.

Nach Vorstehendem lassen sich die Hüttenprozesse in folgende Abtheilungen bringen:

I. Hüttenprozesse auf trockenem Wege.

1. Rösten.
2. Schmelzen.
3. Sublimiren und Destilliren.
4. Saigern und Krystallisiren.
5. Cementiren und Adouciren.

II. Hüttenprozesse auf nassem Wege.

1. Solviren und Präcipitiren.
2. Amalgamiren.

Erstes Kapitel.

Hüttenprozesse auf trockenem Wege.

1. Rösten.

Begriff
von Rösten.

§. 14. Allgemeines. Unter Rösten, Brennen, Zubrennen von Erzen etc. versteht man das Erhitzen derselben bis zu einer Temperatur, bei welcher noch keine Schmelzung eintritt, wohl aber eine chemische Einwirkung der Wärme oder gasförmiger Substanzen (Sauerstoff der Luft bei der gewöhnlichen Röstung von Schwefelungen, Wasserdampf beim Rösten von schwefel-, antimon- und arsenhaltigen Substanzen) oder fester Zuschläge (z. B. Kochsalz bei der Amalgamation und *Augustin'schen Silber-extraction*) auf das Röstgut stattfinden kann.

Zweck
des Röstens.

Die Röstung dient gewöhnlich als Vorbereitung der Erze zu weiterer metallurgischer Behandlung; nur in wenigen Fällen erhält man durch blosse Röstung der Erze sofort regulinische Metalle (Quecksilber aus Zinnober, Gold und Silber aus den Schwefelungen dieser Metalle).

Das Rösten geschieht entweder in Haufen (§. 53, a.),

in Stadeln (§. 53, c.) oder in Oefen, und zwar in Schachtöfen (§. 56), Flammöfen (§. 60) oder Gefässöfen (§. 64).

§. 15. Verschiedene Arten des Röstens. Man unterscheidet

Arten
des Röstens.

1) das verflüchtigende Rösten und zwar

a) das einfach verflüchtigende Rösten, auch Calciniren, Brennen, Mürbebrennen genannt; dasselbe bezweckt eine Auflockerung der Erze (Eisensteine, Galmei, Kupferschiefer) durch Austreiben flüchtiger Stoffe (Kohlensäure, Wasser, Bitumen) oder durch die ausdehnende Kraft der Wärme.

Der Zutritt der atmosphärischen Luft ist nicht erforderlich.

b) das oxydirend verflüchtigende Rösten, welchem in der Regel Schwefel-, Antimon- und Arsenmetalle bei Lufzutritt unterworfen werden, wobei unter Verflüchtigung von schwefliger und arseniger Säure und Antimonoxyd entweder regulinische Metalle hervortreten (Quecksilber aus Zinnober) oder sich die Metalle in freie Oxyde oder in schwefelsaure, antimonsaure und arsensaure Salze, oder in ein Gemenge von beiden umwandeln. In dieser Absicht geschieht z. B. das Rösten unreiner Kupfer- und Bleierze, um einen Theil des Schwefels, Antimons und Arsens zu verflüchtigen, einen andern Theil der fremden Metalle durch Oxydation zur demnächstigen Verschlackung zu disponiren oder auch in Wasser lösliche, nutzbare schwefelsaure Salze (Zink-, Eisen-, Kupfervitriol) zu bilden. Die verflüchtigten Substanzen lassen sich theilweise auffangen und nutzbar machen (Schwefelsäurefabrikation zu Oker, Gewinnung von arseniger Säure beim Rösten von Zinnerzen etc.). Man erreicht den Zweck dieser Röstung am vollständigsten bei Anwendung gehörig zerkleinerter Erze und einer möglichst gelinden Temperatur.

Beim Rösten von geschwefelten Kupfererzen und Steinen in Stücken pflegt sich der Kupfergehalt in dem ungerösteten Kerne zu concentriren, und beruht hierauf das sogenannte Kernrösten armer Kupfererze auf einigen Hüttenwerken. Verschiedene Theorien über den

Vorgang bei diesem Prozesse sind aufgestellt von *Bredberg*¹⁾, *Lürzer*²⁾ und *Werther*³⁾.

Das Rösten bei beschränktem Luftzutritt nennt man wohl Braten (schwefel- und phosphorhaltiges Roheisen).

Von dem Verhalten der Schwefel-, Antimon- und Arsenmetalle in erhöhter Temperatur bei Abschluss und Zutritt von Luft und bei Anwesenheit von Wasserdämpfen war bereits die Rede.

c) das reducirend verflüchtigende Rösten, wie es hauptsächlich bei schwefelsauren, antimonsauren und arsensauren Metalloxyden durch Erhitzen derselben mit Kohle vorkommt, um das Radical der Säure zu verflüchtigen (Kupferprobe, Nickelgewinnung).

d) das chlorirend verflüchtigende Rösten, wenn sich in Folge einer Röstung mit Kochsalz bei Luftzutritt zum Theil flüchtige Chlorverbindungen erzeugen (Chloride des Eisens, Zinks, Antimons, Arsens, Schwefels bei der Amalgamation und *Augustin'schen Silberextractions-methode*).

Der beim chlorirenden Rösten von Schwefelungen (z. B. bei der Amalgamation, bei der *Augustin'schen Silberextraction*) stattfindende chemische Prozess wird durch die nachfolgenden, tabellarisch zusammengestellten Formeln verdeutlicht⁴⁾.

¹⁾ *Erdm.*, J. f. ök. u. techn. Ch. IV, 302; V, 91, 248.

²⁾ *Tunner's Jahrb.* 1853. III, 339. *Erdm. J. f. pr. Ch.* LVIII, 321.

³⁾ *Erdm.*, J. f. pr. Ch. LVIII, 321. *Kerl*, Unterharzer Hüttenprozesse. 1854. p. 73.

⁴⁾ *Grützner*, die *Augustin'sche Silberextraction*. 1851. pag. 62 und 152.

I. Zum Röstgut wird sogleich Kochsalz zugesetzt.

Vor der Röstung	Nach dem Abschwefeln			Nach dem Gutrösten		Laugen	
	sind verflüchtigt	bleiben zurück		sind verflüchtigt	bleiben zurück	In concentrirter Kochsalzlauge sind davon auflöslich	Aus der Auflösung wird metallisch gefällt durch Kupfer
		aufgeschlossen	unaufgeschlossen				
NaCl(Kochsalz)		Na ⁺ S ⁻ , NaCl		Cl, NaCl	Na ⁺ S ⁻ , NaCl	NaCl, Na ⁺ S ⁻	
Fe(Schwefelkies)	S	Fe ⁺ S ⁻ , Fe, Fe ⁺ S ⁻	Fe	Fe ²⁺ Cl ³ , S ² Cl	Fe, Fe ⁺ S ⁻ , Fe ²⁺ Cl ³ , FeCl	FeCl, Fe ²⁺ Cl ³	
Cu ⁺ Fe(Kupferkies)	S	Fe ⁺ S ⁻ , Fe, Fe ⁺ S ⁻ , Cu, Cu ⁺ S ⁻	Fe, Cu	S ² Cl, Fe ²⁺ Cl ³ , CuCl	Cu, Cu ⁺ S ⁻ , Fe, Fe ⁺ S ⁻ , Fe ²⁺ Cl ³ , CuCl, Fe ²⁺ Cl ³ , CuCl	FeCl, Fe ²⁺ Cl ³ , CuCl	
Fe + FeAs ² (Arsenkies)	S	Fe ⁺ S ⁻ , Fe, Fe ⁺ S ⁻ , Fe ⁺ As	Fe, FeAs	As, S ² Cl, AsCl ³ , Fe ²⁺ Cl ³	Fe, Fe ⁺ S ⁻ , FeCl, Fe ²⁺ Cl ³ , Fe ⁺ As	FeCl, Fe ²⁺ Cl ³	
Ag(Glaserz)	S	Ag ⁺ S ⁻ } auf Kosten der übrigen schwefels. Metalloxydsalze	Ag	S ² Cl	AgCl	AgCl	Ag
Ag ³⁺ As } Rothgiltigerz	As, S	Ag ⁺ S ⁻	Ag ⁺ As	AsCl ³ , S ² Cl	AgCl	AgCl	Ag
Ag ³⁺ Sb }	Sb, S	Ag ⁺ S ⁻	Ag ⁺ Sb	SbCl ³ , S ² Cl	AgCl	AgCl	Ag
Pb(Bleiglanz)	S	Pb ⁺ S	Pb	Pb, PbCl, S ² Cl	Pb ⁺ S, PbCl	PbCl	Pb*
Sb (Grauspiessglanz)	Sb	Sb	Sb	SbCl ³ , S ² Cl	Sb ⁺ Sb	SbCl ³	Sb*
Zn (Zinkblende)	S	Zn, Zn ⁺ S	Zn	S ² Cl, ZnCl	Zn, Zn ⁺ S, ZnCl	ZnCl	Zn*
NiAs(Nickelkies)	As	Ni ⁺ As	Ni ²⁺ As	AsCl ³	Ni ⁺ As, NiCl	NiCl	Ni*
Mn	S	Mn ⁺ S, Mn	Mn	S ² Cl, Mn ²⁺ Cl ³	Mn, Mn ⁺ S, MnCl	MnCl	

NB. Die mit * bezeichneten Metalle werden nur zum Theil aus der Kochsalzlösung durch Kupfer gefällt, vollständiger aber durch Eisen.

II. Zum Röstgut wird nach einiger Zeit Kochsalz zugesetzt.

Vor der Röstung	Vorrösten		Toaströsten		Gutrösten	
	Flüchtige Verbindungen	Nach und nach entstehende, nicht flüchtige Verbindungen	Flüchtige Verbindungen	Zurückbleibende Verbindungen.	Flüchtige Verbindungen	Zurückbleibende Verbindungen
Cu	S	Cu, CuS, Cu ³ S	S, S	Cu, Cu ³ S	Cl, HCl, NaCl	NaS, NaCl
Fe	S	Fe, FeS, Fe, FeS, Fe ³ S	S, S	Fe, Fe ³ S	CuCl	Cu, CuCl, CuCl
Mn	S	Mn, MnS, Mn	S, S	Mn, MnS	Fe ² Cl ³	Fe, Fe ² Cl ³ , FeCl
Ag	S	Ag	S	AgS, Ag	MnCl	Mn, MnCl
Pb	S	Pb, PbS, Pb	S	Pb, PbS, Pb	S ² Cl	AgCl
Zn	S	Zn, ZnS, Zn	S, S	Zn ³ S, Zn	PbCl, S ² Cl	Pb, PbS, PbCl
Sb	S	Sb, Sb	Sb	Sb, Sb	ZnCl, S ² Cl	Zn, ZnCl
Co Ni } As	As	Co } As, Ni } As	As	Co } As, Ni } As	AsCl ³	Co, Ni, Ni } Co } As, Ni } Cl

2) die oxydirende Röstung. Magneteisenstein (Eisenoxyduloxyd) geht beim Erhitzen unter Luftzutritt in

Eisenoxyd über. In einer Legirung von Kupfer und Silber verwandelt sich ersteres an der Oberfläche in Oxyd, welches dann mit verdünnten Säuren weggenommen und dadurch der Silbergehalt, etwa behuf der Goldscheidung, angereichert werden kann.

3) die reducirende Röstung (§. 15 c.) kommt selten vor, z. B. wenn man über gewisse Metallsalze reducirende Gasarten leitet.

2. Schmelzen.

§. 16. Allgemeines. Schmelzen heisst, einen festen Körper durch erhöhte Temperatur in den tropfbar flüssigen Aggregatzustand versetzen, und Schmelzprozesse nennt man diejenigen hüttenmännischen Operationen, welche das Tropfbarflüssigmachen von Erzen, Hüttenproducten, Zuschlägen etc. bezwecken, wobei diese chemisch auf einander einwirken, sich zersetzen, Metalle abgeschieden oder neue Verbindungen derselben, als Legirungen, Arsen- und Antimonmetalle (Speisen), Schwefelmetalle (Steine, Leche) oder Oxyde und Salze (Schlacken) gebildet werden. Diese neuen Verbindungen lagern sich im flüssigen Zustande nach ihrem specifischen Gewichte über einander ab (zu unterst Metalle oder Legirungen, dann Speisen, Steine und Schlacken) und lassen sich auf diese Weise, wenn auch nicht immer scharf, von einander trennen ¹⁾.

Begriff von Schmelzen und von Schmelzprozessen.

Für „Schmelzen“ braucht man in manchen Fällen wohl den Ausdruck Durchstechen und nennt Frischprozesse alle diejenigen Schmelzprozesse, bei denen Metalle oder Metallegirungen erzeugt werden (Glätt-, Kupfer-, Eisenfrischen).

Die Schmelzprozesse, welche in Herden (§. 54), Schachtöfen (§. 57), Flammöfen (§. 60) und Gefässöfen (§. 66) ausgeführt werden, benennt man

Benennung der Schmelzprozesse.

¹⁾ *Lampadius*, Erfahrungen über Absonderung der Körper aus schmelzenden Hüttenproducten nach ihrem specif. Gew. *Erdm.*, J. f. ök. u. techn. Chem. IV, 92.

1) nach den zu verarbeitenden Erzen oder Hüttenproducten (Bleierz-, Stein-, Schlacken-, Krätzschnmelzen).

2) nach dem Zwecke oder den verschiedenen Resultaten des Prozesses (Concentrationschnmelzen).

3) nach den verschiedenen Apparaten, in welchen der Prozess vorgenommen wird, und nach deren Einrichtung (Schnmelzen in Flammen- und Schachtöfen, und zwar in letzteren mit offner Brust, durch das Auge etc.).

4) nach den chemischen Gesichtspunkten, worauf dieselben beruhen. (§. 17.)

Arten des
Schnmelzens.

§. 17. Schnmelzarten. In chemischer Hinsicht unterscheidet man folgende Arten des Schnmelzens:

1) das oxydirende Schnmelzen, um Metalle, welche zum Sauerstoff verschiedene Verwandtschaft haben, und Verbindungen derselben in der Weise zu trennen, dass sich die mit dem Sauerstoff verwandtesten Körper oxydiren und im mehr oder weniger tropfbar flüssigen Zustande (Abzug, Bleiglätte, Kupfergaarschlacke) oder im gasförmigen Aggregatzustande (Verblasen von antimon- und arsenhaltigen Steinen und Speisen) von den weniger oder gar nicht oxydablen Substanzen scheiden.

Als Oxydationsmittel dienen:

a) die atmosphärische Luft (Feinbrennen des Silbers, Gaarmachen des Kupfers, Abtreiben des Werkbleies, Frischen des Roheisens).

b) manche Metalloxyde, namentlich Kupferoxyd (Reinigung des Kupfers nach *Thomson's* Methode), Braunstein (beim Eisenfrischen) und Bleioxyd. Letzteres hat die Eigenschaft, Sauerstoff an leicht oxydirbare Metalle abzugeben und sich alsdann mit den gebildeten Oxyden zu vereinigen, zu verschlacken. Dabei wird ein Theil des Bleies reducirt, welcher die weniger oder gar nicht oxydablen Metalle und, wenn die angewandte Quantität Bleioxyd nicht zur vollständigen Oxydation der leichter oxydablen Metalle hinreichte, auch einen Theil dieser aufnimmt. Aehnlich wie auf Metalle wirkt auch das Bleioxyd auf Schwefelmetalle ein (p. 20). Zuweilen wendet man statt des Bleioxyds metallisches Blei an, welches sich dann bei dem oxydirenden Schnmelzen in Oxyd verwan-

delt (Verschmelzen von Silbererzen etc. mit Producten der Treibarbeit, Gaarmachen von Glimmerkupfer mit Blei).

c) manche Metallsalze, als kieselsaures, schwefelsaures Bleioxyd, schwefelsaures Eisenoxydul und Kupferoxyd (p. 20), eisenoxydulreiche Schlacken (p. 20).

d) Natron- und Kalisalpeter (Zersetzung von Chromeisenstein und arsenhaltigen Speisen).

2) das reducirende Schmelzen, wobei man mittelst gewisser Reductionsmittel, als Kohle (p. 14), Kohlenoxydgas (p. 14), Kohlenwasserstoff (p. 15) und Wasserstoff (p. 15) auf Metalloxyde und Metallsalze eine reducirende Wirkung hervorbringt.

3) das auflösende, solvirende oder verschlackende Schmelzen kommt in Anwendung, wenn entweder sämmtliche Bestandtheile des Schmelzgutes sich gegenseitig auflösen und zu einer neuen Verbindung zusammengehen sollen (Darstellung von Smalteglas durch Zusammenschmelzen von Kieselerde, Potasche und gut gerösteten Kobalterzen), oder wenn man gewisse Bestandtheile durch zugesetzte Auflösungsmittel ausziehen und abscheiden will.

Als Auflösungsmittel pflegt man anzuwenden:

a) Kieselerde, meist in Gestalt von Quarz (Verschmelzen gerösteter quarziger Kupferkiese).

b) Kieselsaure Verbindungen (Silicate) und zwar entweder natürliche (Thon, Thonschiefer, Hornblende etc.), oder künstliche (Schlacken)¹⁾, welche noch Metalloxyde oder Kieselerde aufzunehmen vermögen. (Verschmelzen der gerösteten Bleierze, Kupfererze, Eisensteine etc.)

c) Alkalische und alkalisch erdige Substanzen. Nach *Berthier* lösen kohlen-saures Natron und Kali, ausser Kalkerde, Talkerde, Thonerde und Eisenoxyd, die meisten Oxyde zu leichtflüssigen Verbindungen theilweise (Zinkoxyd) oder ganz auf (Eisenoxydul, Kupferoxydul und Oxyd, Bleioxyd, Wismuthoxyd, Zinnoxid); Borax (doppelt borsaures Natron) löst die meisten feuerbeständigen Säuren und Metalloxyde auf, Flussspath und Kalk besonders Kieselerde und kieselsaure Verbindungen.

¹⁾ Ueber Schlacken das Nähere in §. 101.

d) Gewisse Metalle und Metalloxyde, namentlich Bleioxyd und Blei¹⁾, welches letztere gold- und silberhaltige Schwefelungen in der Weise zerlegt, dass sich unter Bildung von Schwefelblei ein goldsilberhaltiges Blei erzeugt. Schwefeleisen wird davon nicht, Schwefelkupfer nur unvollständig zerlegt. Hierher gehört auch das Ausziehen des Silbers und Goldes aus metallischem Kupfer mittelst Bleies.

e) Schwefelmetalle, namentlich Schwefeleisen (Schwefelkies, Magnetkies), welche beim Zusammenschmelzen mit erdenreichen Silber- und Golderzen die edlen Metalle aufnehmen, während sich die Erden verschlacken.

Bei metallurgischen Prozessen ist das solvirende Schmelzen gewöhnlich mit einem reducirenden Schmelzen verbunden und geht beiden meist eine oxydirende Röstung voran. Besteht das Schmelzgut aus schwer und leicht reducirbaren Oxyden (z. B. Eisenoxydul, Manganoxydul, Kobaltoxyd, Kupferoxydul, Bleioxyd) und wird dasselbe mit einer hinreichenden Menge von Auflösungsmitteln (sauren Schlacken) einer reducirenden Schmelzung unterworfen, so werden die Oxyde der erstgenannten Art (Eisenoxydul, Manganoxydul, Kobaltoxyd) von der Schlacke aufgelöst und die der letztern Art (Kupferoxydul, Bleioxyd) zu Metall reducirt.

4) Das niederschlagende oder präcipitirende Schmelzen. Hierher gehören die Fälle, wo aus geschmolzenen Metallverbindungen, namentlich aus Schwefelungen, durch Anwendung eines Fällungsmittels ein Bestandtheil mehr oder weniger vollständig isolirt wird (p. 20). Die hauptsächlichsten Präcipitationsmittel sind: Eisen und seine oxydirten Verbindungen (Eisensteine, Eisenfrischschlacken), Kupfer, Alkalien und alkalische Erden im Gemenge mit Kohle (p. 21). In den meisten Fällen ist das präcipitirende Schmelzen mit einem solvi-

¹⁾ *Berthier*, über die Wirkung des Bleies auf die Arsenik-Schwefelverbindungen des Eisens, Kobalts, Arsens und Kupfers. *Erdm., J. f. pr. Ch.* X, 13.

renden verbunden. (Verschmelzen von erdenhaltigem Bleiglanz mit Eisen und Schlacken.)

5) Das mischende Schmelzen kommt bei der Bildung von Legirungen (p. 11) in Betracht. (Darstellung von Messing, Zusammenschmelzen von metallischem Blei und silberhaltigem Kupfer beim Kupferfrischen.)

6) Das Umschmelzen, um Körpern eine andere Form zu geben, wobei sie mehr oder weniger verändert werden (Roheisen, Stückmessing), oder um sie durch Absetzenlassen nach dem specifischen Gewicht von einander zu trennen (Läutern von bleiischem Zink).

3. Sublimiren und Destilliren.

§. 18. Allgemeines. Beide Prozesse bezwecken Zweck. die Trennung flüchtiger Körper von weniger flüchtigen oder feuerbeständigen Substanzen durch Erhitzen, meist in Gefässöfen (§. 68). Wird der verflüchtigte Körper in festem Aggregatzustand aufgefangen, so nennt man die Operation einen Sublimationsprozess, wenn in flüssiger Gestalt, einen Destillationsprozess und die Producte Sublimate und Destillate.

Man unterscheidet einfache und zusammengesetzte Sublimation und Destillation, je nachdem die Eintheilung
dieser Prozesse. verflüchtigte Substanz nur als Gemengtheil in dem Erze etc. enthalten (gediegen Arsenik, Schwefelarsenik, Zinnober, Quecksilber in Gebirgsarten) oder chemisch gebunden war, so dass dieselbe zuvor durch eine besondere Behandlung frei gemacht (Arsen aus arseniger Säure durch Kohle, desgleichen Zink aus Galmei, Zerlegung von Zinnober durch Eisen, Kalk oder den Sauerstoff der Luft) oder erst gebildet werden musste. (Darstellung von Realgar aus Schwefelkies und Arsenikkies.)

4. Saigern und Krystallisiren.

§. 19. Allgemeines. Diese Prozesse beruhen auf Zweck dieser
Prozesse. der verschiedenen Schmelzbarkeit der Bestandtheile einer Verbindung. Bei der Saigerung schmilzt der leichtflüssigere Bestandtheil, wenn man das zuvor kalte und starre Gemenge oder Gemisch allmählig erhitzt, bei einer

gewissen Temperatur aus, während der strengflüssigere Bestandtheil noch fest bleibt ¹⁾. (Trennung des Wismuths und Schwefelantimons von der beibrechenden Gebirgsart, des Werkbleies vom Kupfer, des Eisens vom Zinn); bei der Krystallisation scheidet sich ein Bestandtheil in mehr oder weniger krystallinischer Gestalt aus, wenn man das zuvor flüssig gemachte Gemenge allmählig und bis zu einem gewissen Grade abkühlt (Abscheidung von silberarmem Blei aus Werkblei nach *Pattinson's* Methode; verschiedene Zusammensetzung des allmählig erstarrten Blicksilbers, Werkbleies, Schwarzkupfers am Rande, in der Mitte, am Boden und an der Oberfläche der Stücke, was bei Wegnahme einer Probe sehr zu berücksichtigen ist).

Zur Ausführung dieser metallurgischen Prozesse dienen hauptsächlich Herd- (§. 53), Gefäss- (§. 69) und Flammöfen (§. 60).

5. Cementiren und Adouciren.

Das Wesen
dieser Prozesse.

§. 20. Allgemeines. Die Cementationsprozesse bestehen darin, dass man feste Körper (Stabeisen, silberhaltiges Gold) schichtenweise zwischen pulverförmigen Substanzen, sogenannten Cementirpulvern, in verschlossenen Gefässen glüht, so dass erstere erweichen und darauf eine derartige Einwirkung des Cementirpulvers stattfindet, dass entweder ein Bestandtheil des letzteren gebunden (Umwandeln des Stabeisens in Stahl durch Glühen in Kohlenpulver, Messingbildung durch Glühen von Kupfer mit Zinkerzen) oder ein Bestandtheil des der Cementation unterworfenen Körpers in fester Gestalt (Trennung des Silbers als Chlorsilber von silberhaltigem Gold durch Glühen mit chlorhaltigen Substanzen ²⁾) oder in gasförmiger Gestalt abgeschieden wird (Umwandlung des Roh-

¹⁾ *Lamp.*, über Filtration leichtflüssiger Metalle. *Erdm.*, J. f. pr. Ch. XIII, 238.

²⁾ *Boussignault*, über Einwirkung des Salzsäuregases auf Silber in höheren Temperaturen, und Beobachtungen über die Scheidung auf trockenem Wege. *Erdm.*, J. f. pr. Ch. II, 155.

eisens in stahlartiges hämmerbares Gusseisen durch Glühen mit Eisenoxyd).

Von den chemischen Vorgängen ¹⁾ bei der Cementation des Eisens hat man nur nebelhafte Begriffe. Lange Zeit wurde angenommen, dass sich die Kohle mit dem Eisen an der Oberfläche im festen Zustand verbinde und von dieser ab eine Wanderung der Kohlentheilchen nach innen in der Weise stattfinde, dass dieselben von den einzelnen Partikeln des Eisens aufgenommen und an die nächstliegenden wieder abgegeben würden. Man giebt vor dieser Theorie einer andern den Vorzug, nach welcher gasförmige Kohlenstoffverbindungen, namentlich Kohlenoxydgas — durch Einwirkung der in dem Kohlenpulver adhärenden Luft auf die Kohle beim Glühen erzeugt — auf die Oberfläche des Eisens wirken und an diese einen Theil Kohle abgeben. Dadurch wird die Oberfläche in einen aufgelockerten Zustand versetzt, welcher dem Gase ein allmählig tieferes Eindringen in die Eisenmasse gestattet. Dass Eisen durch Kohlenoxydgas, Kohlenwasserstoffgas und Cyangas gekohlt werden kann, haben *Dufrenoy's* ²⁾ und neuerdings *Stammer's* ³⁾ und *Stein's* ⁴⁾ Versuche erwiesen. Dass die erstere Theorie unwahrscheinlicher als die letztere ist, möchte der Umstand beweisen, dass sich Eisen beim Erhitzen in ausgeglühtem Kohlenpulver, welches dadurch von den absorbirten Gasarten (C, CH, Luft) befreit ist, nicht in Stahl verwandelt. Nach *Lürzer* soll das sogenannte Kernrösten (p. 29) Aehnlichkeit mit der Cementation des Eisens haben.

Die angeführten Cementationsprozesse sind nicht zu verwechseln mit dem sogenannten Cementiren des Kupfers, worunter man das Ausfällen desselben aus seinen Lösungen durch andere Metalle versteht (§. 22).

¹⁾ *Le Play* und *Laurent*, Theorie der Cementation. *Erdm.*, J. f. pr. Ch. XIII, 284. — *Bwgfd.* V. 65. — *Ann. de min.* XIX, 267.

²⁾ *Erdm.*, J. f. pr. Ch. II, 333.

³⁾ *Dingl.*, polyt. Journ. CXX, 430. — *Polyt. Centr.* 1851. p. 297.

⁴⁾ *Dingl.*, polyt. Journ. CXXI, 285. — *Bwgfd.* XIV, 717.

Eine Art Cementiren ist das Adouciren, das Glühen von Roheisen zwischen sauerstoffhaltigen Körpern (z. B. Rotheisenstein, Braunstein), wobei dasselbe unter Verbrennung von Kohlenstoff in einen stahlartigen und somit hämmerbaren Zustand übergeht (Darstellung von hämmerbarem Gusseisen ¹⁾, fonte malléable).

Zweites Kapitel.

Hüttenprozesse auf nassem Wege.

§. 21. Allgemeines. In neuerer Zeit sind an die Stelle der Hüttenprozesse auf trockenem Wege mehrfach solche auf nassem Wege getreten, indem sich dieselben hauptsächlich durch grössere Einfachheit und ein schnelleres Ausbringen der Metalle empfehlen.

1. Auflösung und Fällung.

Das Wesen
dieser Prozesse.

§. 22. Allgemeines. Der erstere Prozess besteht darin, dass man die zu trennenden festen Körper durch Lösungsmittel (p. 23) tropfbar flüssig macht, und letzterer beruht darauf, dass durch Zusatz einer dritten, mit stärkerer Verwandtschaft begabten Substanz zu dieser Lösung einer der Bestandtheile wieder in fester Form ausgeschieden wird (Fällen des Silbers aus einer Silbervitriollösung durch Kupfer nach *Ziervogel's* Methode, desgleichen aus einer Lösung von Chlorsilber in Kochsalz nach *Augustin's* Verfahren, Präcipitation des Platins aus königssaurer Lösung durch Salmiak, des Goldes nach *Plattner's* Methode aus Chlorgoldlösung durch Schwefelwasserstoffgas, Gewinnung von Cementkupfer durch Zerlegung von Kupfervitriol mittelst Eisens etc.).

¹⁾ *Dingl.*, XXVI, 315; XXIX, 156; LXII, 376; CX, Hft. 2. — *Bgwfd.* II, 510; IX, 43, 142; X, 39, 14; XI, 760; XIII, 77. — *B. u. h. Ztg.* 1845 p. 669; 1846 p. 197; 1847 p. 547, 652; 1849 p. 13. — *Polyt. Centr.* 1849, p. 34; 1853, p. 951. — *Erdm.*, J. f. ök. u. techn. Ch. II, 128.

Zuweilen bewirkt das Auflösungsmittel schon allein eine Trennung, indem es den einen Bestandtheil auflöst und den andern entweder gar nicht angreift (Scheidung des Goldes von Silber durch Schwefelsäure und Salpetersäure) oder ihn in eine unlösliche Verbindung verwandelt (Auflösen von silberhaltigem Gold oder Platin in Königswasser).

2. Amalgamation.

§. 23. Allgemeines. Die als metallurgischer Prozess angewandte Amalgamation bezweckt die Ausziehung des Goldes und Silbers aus Erzen und Hüttenproducten durch Quecksilber, welches damit Legirungen, sogenannte Amalgame, bildet, bei deren Erhitzen das Quecksilber sich verflüchtigt, während Gold oder Silber zurückbleiben.

Zweck der
Amalgamation.

Aus manchen Erzen, in denen das auszuziehende Metall in gediegenem Zustande vorhanden ist, z. B. Gold-erzen, lässt sich dieses durch Quecksilber direct extrahiren, wenn man Erz und Quecksilber in innige Berührung bringt (Anquicken in Mörsern und Mühlen); die Silbererze dagegen, in welchen das Silber meist gebunden vorkommt, pflegt, erfordern eine Vorbereitung, welche eine vorherige Isolirung des Silbers bezweckt. Eine solche wird dadurch erreicht, dass man die Erze entweder mit Kochsalz röstet und das dabei gebildete Chlorsilber durch Behandlung der mit Wasser übergossenen Erze in rotirenden Fässern mittelst Eisens zerlegt (Europäische Fässeramalgamation) oder das auf nassem Wege mittelst Kupfer- und Eisenchlorids (p. 23) erzeugte Chlorsilber durch einen Theil Quecksilber selbst zersetzt (Amerikanische Haufenamalgamation). Durch Berührung der verschiedenen Metalle bei der Anwesenheit von Salzen entsteht eine den Prozess sehr fördernde galvanische Thätigkeit.

Anhang zum II. Abschnitte.**Metallverluste bei den Hüttenprozessen.**

Ursprung der
Metallverluste.

§. 24. Entstehung und Ermittlung der Metallverluste ¹⁾. Der in den Erzen etc. vorhandene Metallgehalt wird durch den Hüttenprozess niemals vollständig ausgebracht, sondern es entstehen stets Verluste entweder auf mechanischem Wege (durch Verstäuben der Erze etc., Einhüllung metallhaltiger Theile in den Abfällen etc.) oder auf chemischem Wege durch Verflüchtigung, durch einen Rückhalt in den Abfällen und in den dargestellten fertigen Producten.

Schwierigkeiten beim Ermitteln der Metallverluste.

Die Ermittlung der beständig schwankenden Metallverluste auf einem Hüttenwerke ist äusserst schwierig und oft gar nicht mit nur einiger Genauigkeit möglich, hauptsächlich

1) wegen der manchen Hüttenwerken zugestandenen, theils zu berechnenden, theils nicht zu berechnenden Zugänge (Remedien §. 28) bei der Erzübernahme, beim Probiren etc.; hierdurch entsteht oft ein Hüttenplus. So bringt man z. B. auf den Oberharzer Silberhütten 1—9% Plussilber aus und nur das Steigen und Fallen dieses Ueberschusses giebt unter sonst gleichen Umständen einiges Anhalten zur Beurtheilung des Prozesses.

2) wegen der Ungleichheit des Gehaltes der Producte und Abfälle und der Schwierigkeit des Probennehmens.

3) wegen der Unsicherheit der hüttenmännischen Probirmethoden selbst und

4) weil viele Producte ihrem Gewichte nach nur geschätzt oder gemessen und nicht gewogen werden.

In Betreff der Silber-, Blei- und Kupferverluste bei Hüttenprozessen hat man z. B. folgende Erfahrungen gemacht:

Silberverluste.

1) Silberverluste. Das Silber ist an und für sich etwas flüchtig, es erhebt sich dampfförmig und setzt sich

¹⁾ *Lamp.*, Handb. II. Thl., 1. Bd., p. 16.

als rother Rauch im oxydirten Zustande (z. B. in Treiböfen) ab. (Löthrohrverhalten.)

Nach *Malaguti* und *Durocher* ¹⁾ findet sich das verflüchtigte Silber weniger in den Ofenbrüchen und Flugstaubkammern, als an damit überzogenen Theilen des innern Ofengemäuers, welches deshalb gepocht und sorgfältig verwaschen werden muss. *Fötterle* ²⁾ fand Silberkörner an den Steinen über der Rast eines Eisenhohofens.

Häufig wird das Silber durch gewisse Verbindungen, die bei erhöhter Temperatur flüchtig werden, zur Verflüchtigung disponirt, besonders durch die mit dem Silber oft vorkommenden Verbindungen von Arsen, Antimon, Zink und Blei.

Nach *Malaguti* und *Durocher* ¹⁾ findet beim Rösten von silberhaltigem Schwefelkies selbst bei hoher Temperatur nur ein sehr geringer Silberverlust statt, welcher bei Bleiglanz auf $\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{3}$ von der Anlage steigt, bei Zinkblende aber bedeutend wird und mit zunehmender Temperatur auf 60—70% kommt. *Plattner* hat diese Angaben bestätigt und gefunden, dass besonders im letzten Stadium der Röstung, wenn sich viel schwefelsaures Zinkoxyd gebildet hat, der Silberverlust am bedeutendsten (40—57%) ist. Wird Eisenvitriol mit schwefelsaurem Silberoxyd über der Spirituslampe bis zum Zersetzen geglüht, so findet man den ganzen Silbergehalt wieder, bei Kupfervitriol entsteht ein geringer Verlust. Besonders machen Zink und Arsen das Silber zur Verflüchtigung geneigt, worauf *Parkes* ³⁾ ein Verfahren gegründet hat aus silberhaltigem Kupfer das Silber neben zuge-setztem Zink oder Arsen durch Verflüchtigung abzuscheiden. (?) Nach *Plattner* ⁴⁾ bildet sich unter Umständen

¹⁾ *Malaguti* und *Durocher*, über das Vorkommen und die Gewinnung des Silbers. Deutsch von *Hartmann*, Quedlinburg 1851. — Ann. de min. 4. sér. XVII, 17. — Bgwfd. XIII, 621. — B. u. h. Ztg. 1850, p. 513.

²⁾ Bgwfd. XVI, 143. — B. u. h. Ztg. 1853, p. 576.

³⁾ Bgwfd. XV, 698. — *Dingl.*, CXXV, 448.

⁴⁾ B. u. h. Ztg. 1854, p. 125.

beim Rösten zink-, silber- und bleihaltiger Kupfersteine (z. B. bei der Augustin'schen Silberextraction) Chlorblei und Chlorzink, diese geben wieder Veranlassung zur Bildung von Chlorkupfer, und mit diesen Chlormetallen in Gemeinschaft verflüchtigt sich Chlorsilber. Beim Rösten silberhaltiger Erze mit Kochsalz (z. B. der Amalgamation) gehen mehrere Procente Silber verloren und zwar um so mehr, je länger man röstet. Der Flugstaub von einer solchen Röstung aus den Condensationskammern enthält 4—6 Loth Silber im Centner, wovon nach *Lampadius* etwa der dritte Theil an Chlor gebunden ist, der Flugstaub aus den Essen noch über 1 Loth Silber im Centner ¹⁾).

Auf den Oberharzer Silberhütten wird, wie bereits (p. 42) angeführt worden, Plussilber ausgebracht, mit Ausnahme der Andreasberger Silberhütte, wo beim Verschmelzen antimon- und arsenhaltiger Fahlerze mit Bleierzen ein Verlust von 1—1,1% Silber gegen die Anlage stattfindet ²⁾).

Auf den Sächsischen Hütten fanden sich nach *Winkler* bei der Freiburger Bleiarbeit von 100 Theilen in die Arbeit gegebenen Silbers 84,3% im Werkblei, 11,6% im Bleistein, 0,3% in Speise und Bleiledern, 1,3% in Ofenbrüchen und 1,5% in den Schlacken, so dass sich der Verlust durch Verdampfung zu 1% ergibt; nach neueren Erfahrungen betrug der Silberverlust bei einer armen Bleiarbeit im einförmigen Ofen 5,9%, im Doppelofen 2,3%; bei einem andern Versuche resp. 0,27% und 0,26%. Bei der Freiburger Bleisteinarbeit fanden 6,5—14% Silberverlust statt, wovon jedoch der Metallgehalt der noch nutzbaren Nebenproducte in Abzug zu bringen ist; beim Abtreiben beträgt der Silberverlust $\frac{1}{2}$ — $\frac{3}{4}$ %, bei der Roharbeit nach *Lampadius* 4%, bei der Anreicherarbeit 1,8%. *Winkler* fand ferner beim Rösten bleiischer Erze einen Silberverlust von 4,19% und zwar war er um so grösser, je bleiärmer sich das Erz zeigte; beim Rösten von Rohstein in Flammöfen betrug er 0,57% und in Röst-

¹⁾ *Winkler*, die europ. Amalgamation der Silbererze. 1848. p. 86.

²⁾ *Kerl*, Oberh. Hüttenpr. 1852. p. 247.

stätten 0,89%. Bei der Freiburger Amalgamation bleiben 3—4½% vom gesamten Silbervorlaufen in den Rückständen und 2—4% Silberverlust finden statt durch Verflüchtigen beim Rösten, durch Erzverstäubung, durch Zurückbleiben im Quecksilber und durch Verflüchtigung beim Umschmelzen, so dass der ganze Silberverlust 5—9% und der Quecksilberverlust auf 1 Centner Amalgamirerz 1,41 Loth und auf 1 Mark ausgebrachtes Feinsilber 3,57 Loth beträgt. — Bei der Speiseamalgamation zu Oberschlema soll der Silberverlust 13% und der Quecksilberverlust auf 1 Centner Speise 1¼ Loth betragen.

Auf Ungarischen Werken zu Schmöllnitz bleiben nach *Winkler* bei der Schwarzkupferamalgamation 2½% Silber in den Rückständen bei einem totalen Verlust von 4¾% und einem Quecksilberverlust von etwa 4 Loth pro Centner Schwarzkupfer; zu Schernovitz beträgt nach *Lampadius* der Silbergewinn bei der Roharbeit 4,5%, der Silberverlust bei der Anreicherarbeit 4,7%, bei der Eintränkarbeit 2%, beim Reichtreiben auf 100 Mark Silber 12—13 Loth.

Auf Böhmischen Hüttenwerken zu Przibram rechnet man nach *Lampadius* auf 100 Mark in die Beschickung genommenen Silbers 15 Loth Silberverlust; zu Joachimsthal nach *Patera* bei der Verbleiung der reichen Silbererze 5—9%.

Bei der frühern Mansfeld'schen Kupfersteinamalgamation gingen auf jeden Centner Gaarkupfer über 2 Loth Silber oder 11—12% vom Silberdebet verloren, wovon im Gaarkupfer etwa 1½ Loth; der Quecksilberverlust auf 1 Centner Kupferstein betrug zwischen 2 und 3 Loth. Bei einem im Jahre 1848 angestellten vergleichenden Versuche zwischen der Augustin'schen und Ziervogel'schen Silberextraction enthielt der Centner Gaarkupfer resp. 25 und 34 Grän Silber; neuerdings ist der Silberrückhalt im Gaarkupfer bei letzterer Entsilberungsmethode herabgegangen. Nach *Kudernatsch* beträgt der Silberverlust bei der Ziervogel'schen Entsilberungsmethode 8%, im Gaarkupfer bleibt 1—1½ Loth Silber.

Zu Sala in Schweden ergab sich beim Rösten zinkischer Erze ein Silberverlust von 7%¹⁾.

*Tscheffkin*²⁾ erhielt beim Rösten gold- und silberhaltiger Rohsteine in Stadeln und Flammöfen 2 $\frac{1}{4}$ —28% Silber- und 32—100% Goldverlust. *Winkler*³⁾ fand den Goldverlust nur zu 3,4—4,3%.

*Tantscher*⁴⁾ ermittelte bei Probeschmelzungen von Camsdorfer antimon- und arsenhaltigen Fahlerzen, welche mit Kupfernickel und Speiscobalt einbrechen, bis zum Schwarzkupfer den Silberverlust zu 21%, wovon 2—3% als nicht durch Verflüchtigung entstanden anzunehmen sind. Er machte dabei folgende Erfahrungen:

a) ein Silberverlust findet schon beim Schmelzen antimon- und arsenhaltiger Silbererze durch Verflüchtigung statt und er wird am grössten beim Rösten der dabei erzeugten Rohsteine und Speisen.

b) ein strenges Schmelzen und ein Nickelgehalt der Erze vermehrt den Verlust, und die Verflüchtigung wird um so stärker, je zusammengesetzter die Producte sind und je stärker und anhaltender man röstet. Dass ein Nickelgehalt die Verflüchtigung des Silbers befördert, hat bereits *Lampadius*⁵⁾ nachgewiesen.

c) ein gemeinschaftliches Rösten ungleichartiger Producte, z. B. Steine und Speisen, geht immer ungleichartig vor sich und auch die weitere Verarbeitung solcher Producte geschieht zweckmässig getrennt.

d) nur durch Condensation der Dämpfe können die Röstverluste vermindert werden.

Nach *Fuchs*⁶⁾ findet beim Glühen arsen- und antimonhaltiger Schwarzkupfer behuf der Zerkleinerung anfangs ein bedeutender Verlust an Silber und Gold statt, welcher allmählig abnimmt und gegen das Ende der Ope-

¹⁾ *Lamp.*, Fortschr. 1839, p. 58.

²⁾ *Tscheffkin*, über den Gold- und Silberverlust bei Röstarbeiten. Weimar 1836, p. 10.

³⁾ *Lamp.*, Fortschr. 1839, p. 58.

⁴⁾ *Karst.*, Arch. II, R. IV, 289. — Bgwfd. II, 240.

⁵⁾ *Erdm.*, J. f. ök. u. techn. Ch. IV, 279; XVI, 204.

⁶⁾ *Liebig*, Jahresb. 1850, p. 632.

ration ganz verschwindet, jedoch bei Zusatz von Kohlenstaub wieder etwas hervortritt. Diese Verflüchtigung von Silber und Gold soll allein durch Vermittlung von flüchtigen Metallen, keineswegs aber von Schwefel, Schwefelverbindungen oder Metalloxyden, wie *Malaguti* und *Durocher* behaupten, herbeigeführt werden. In den Glüh- und Röstrückständen blieb das Verhältniss zwischen Gold und Silber ungeändert.

2) Bleiverluste. Nach *Fournet* ¹⁾ verflüchtigt sich Bleiverluste. metallisches Blei leichter als Bleioxyd; Bleiglanz schmilzt schwerer als metallisches Blei, ist aber flüchtiger. Auch ist das Blei zur Verschlackung sehr geneigt, daher die Verluste an diesem Metalle bei Hüttenprozessen oft sehr bedeutend sind.

Auf den Oberharzer Hütten (ausser der Andreasberger) beträgt der gesammte Bleiverlust beim Verhütten des Bleiglanzes 10—23%, nach *Villefosse* gewöhnlich 11—12%, beim Abtreiben allein 5—9%; zur St. Andreasberger Hütte, wo antimon- und arsenhaltige Erze verschmolzen werden, findet ein Verlust an Schwarzblei bis zu 68% statt.

Auf den Freiburger Hütten beträgt der Bleiverlust beim Erzschnmelzen 11,4%, bei der Bleisteinarbeit 15%; nach neueren Versuchen im einförmigen und Doppelofen resp. 18,1 und 14,1%, bei einem andern Versuche nur resp. 4,4 und 4%; zu Tarnowitz etwa 17%, zu Przibram 15 $\frac{1}{3}$ %, zu Joachimsthal pro Mark ausgebrachtes Silber 25—66 Pfund.

3) Kupferverluste. Diese entstehen weniger durch Kupferverluste. Verflüchtigung als durch Verschlackung des Kupfers.

Auf den Oberharzer Hütten beträgt derselbe z. B. bei Verhüttung von Kupferkies 4 $\frac{2}{3}$ %; bei der Freiburger Bleisteinarbeit 10%, zu Fahlun früher nach *Bredberg* 26,3%.

¹⁾ *Erdm.*, J. f. pr. Ch. II, 478.

III. Abschnitt.

Von den Hüttenmaterialien.

§. 25. Allgemeines. Die hauptsächlichsten Hüttenmaterialien sind die Erze, Zuschläge und Brennmaterialien.

Erstes Kapitel.

Von den Erzen.

Erzvorkommen.

§. 26. Vorkommen der Erze. In den Erzen, — den durch den Bergbau gewonnenen Erzeugnissen des Mineralreichs, welche vom Hüttenmanne zugute gemacht werden sollen, — kommen die Metalle in folgenden Zuständen vor:

- 1) Gediiegen, z. B. Wismuth, Silber, Kupfer, Gold.
- 2) In Verbindung mit den eigentlichen Erzbildern Schwefel, Antimon und Arsen, und zwar
 - a) als einfache Erze, z. B. Bleiglanz Pb , Zinkblende Zn , Antimonsilber Ag^2Sb , Speiskobalt Co As^2 ,
 - b) als Doppelerze, z. B. Sprödglaserz Ag^6Sb , Kupferkies Cu Fe , Rothgiltigerz $\text{Ag}^3(\text{Sb}, \text{As})$, Fahlerz $(\text{Fe}, \text{Zn})^4(\text{Sb}, \text{As}) + 2(\text{Ag}, \text{Cu})^4(\text{Sb}, \text{As})$.
- 3) In Verbindung mit Sauerstoff, als:
 - a) basische Oxyde, Eisenglanz Fe , Rothkupfererz Cu , Zinnstein Sn ,
 - b) Säuren, z. B. Arsenikblüthe As ,
 - c) Oxydhydrate, z. B. Brauneisenstein Fe^2H^3 , Manganit Mn H ,
 - d) Sauerstoffsalze mit oder ohne Wassergehalt, z. B. Kupferlasur $\text{Cu}^3\text{C}^2 + \text{H}$, Bleivitriol Pb S , Zinkglas $2\text{Zn Si} + 3\text{H}$.

4) In Verbindung mit Schwefel und Sauerstoff (Oxysulphurete), Antimonblende $2 \text{ Sb} + \text{Sb}$.

5) In Verbindung mit Salzbildern, z. B. Jodsilber AgJ , Quecksilberhornerz $\text{Hg}^2 \text{Cl}$.

6) In Verbindung mit Salzbildern und mit Sauerstoff, z. B. Grünbleierz $3 \text{ Pb}^3 \text{ P} + \text{Pb Cl}$, Hornblei $\text{Pb C} + \text{Pb Cl}$, Atakamit $\text{Cu Cl} + 3 \text{ Cu} + 4 \text{ H}$.

§. 27. Bezeichnung der Erze. Der Hüttenmann bezeichnet die Erze auf verschiedene Weise, nämlich: Hüttenmännische Bezeichnung der Erze.

1) Nach dem Metalle, welches den Hauptbestandtheil ausmacht oder den grössten Werth hat, z. B. Zinnerze, Bleierze; Fahlerze können Kupfer- oder Silbererze sein.

2) Nach dem Aufbereitungsprozesse, dem die Erze unterworfen sind, und zwar:

a) Nach der Korngrösse, z. B. Stufferze, Gräupel und Schliege am Oberharz, Stufferz, Bergkern, Waschkern, Gräupel und Schlieg am Unterharz.

b) Nach dem Aufbereitungsapparate, auf welchem sie verarbeitet sind, z. B. Grabenschlieg, Untergerennschlieg, Rätterstuff.

c) Nach dem Zwischenproduct der Aufbereitung, von welchem sie erfolgten, z. B. Schlammshlieg, Afterschlieg.

3) Nach den Quantitätsverhältnissen zwischen dem eigentlichen Erze und den beibrechenden unhaltigen Theilen, z. B. Stufferz, Schurerz, Pocherz, Bergerz am Oberharze; derb, eingesprengt, angeflogen; Dürrerze.

4) Nach der beibrechenden Gangart, z. B. späthige, ochrige, kieselige, kiesige Erze.

5) Nach der Art der Zugutemachung, z. B. Rösterz, Amalgamirerz.

6) Nach dem Fundorte oder dem Eigenthümer der Gruben, aus welchen die Erze gefördert sind, z. B. Benennung der Eisensteine auf dem Harze.

§. 28. Anlieferung und Aufbewahrung der Erze. Transport der Erze.
Bei Anlieferung der Erze von den Gruben oder Aufbereitungswerkstätten nach der Hütte muss auf Wohlfeilheit und Sicherheit des Transports, so wie auf Vermei-

Erzübernahme. dung von mechanischem Verluste gesehen werden. Der Transport geschieht entweder durch Menschen- oder Thierkraft auf der Axe, oder auf Schienenbahnen, oder zu Wasser. Die Uebernahme der Erze von Seiten der Hütte findet bei werthvolleren Erzen (Silbererzen, reicheren Kupfer- und Bleierzen) gewöhnlich dem Gewichte nach statt (z. B. Silber-, Blei- und Kupfererze am Oberharz nach Rösten à 42 Ctnr. bei nassen und 39 Ctnr. bei trocknen Stufferzen und Schliegen), bei weniger werthvollen (Eisensteinen, armen Kupfer- und Bleierzen) dem Volumen nach, z. B. am Oberharz die Eisensteine nach Fudern à $23\frac{3}{4}$ hann. Cubikfuss, die armen Kupfer- und Bleierze am Unterharze nach Scherben à 4 Cubikfuss, 526,6 Cbzll. hann. Letztere Erzarten pflegt man dann auch, namentlich wenn sie in grösseren Stücken angeliefert sind und, ohne an Qualität zu verlieren, den Atmosphärien ausgesetzt werden können, weniger sorgfältig aufzubewahren, gewöhnlich in freien Haufen auf dem Hütthofe, wo sie nach der Korngrösse oder nach ihrer Qualität separirt und mit Signaturen versehen werden.

Aufbewahrung der Erze.

Werthvollere Erze, namentlich in Schliegform angelieferte, bewahrt man in Magazinen auf, welche in einzelne Felder getheilt und mit Tafeln versehen werden, auf welchen die Qualität und Quantität der Erze näher bezeichnet ist.

Abliegen der Erze.

Vor ihrer Verarbeitung setzt man manche Erze (z. B. Eisensteine) gern längere Zeit dem Einflusse der Atmosphärien aus (das Abliegen oder Verwittern der Erze), indem dadurch eine für das demnächstige Schmelzen vortheilhafte Auflockerung, sowie die Zersetzung und Entfernung schädlicher Beimengungen (Schwefel- und Kupferkies) erreicht wird. In trocknen Jahreszeiten kommt man wohl mit künstlichem Bewässern zur Hülfe.

Nach *Plattner*¹⁾ nehmen silberreiche, Arsen, Nickel und Kobalt enthaltende Erze, wenn sie im trocknen, aufbereiteten Zustande längere Zeit an der Luft aufbewahrt

¹⁾ Jahrb. f. d. sächs. B. u. Hm. 1843, p. 1.

werden, unter Entwicklung von Wärme Sauerstoff und Wasser auf, wodurch sich ihr Silbergehalt verringert. Nickel und Arsen enthaltende Erze werden in feuchter Luft leicht verändert.¹⁾

Ist der Besitzer der Gruben nicht gleichzeitig der Erzankauf. Eigenthümer der Hütte, so muss letztere entweder die Erze zu einem nach ihrem Metallgehalte variirenden Preise ankaufen (Erztaxe auf den Waleser Kupferhütten²⁾, zu Freiberg³⁾, zu Schemnitz⁴⁾ etc.), oder sie verhüttet die Erze unter gewissen Bedingungen auf Kosten der Grubenbesitzer (Oberharz).⁵⁾

Zur Deckung des bei der Anlieferung und Verarbei- Hütten-
remedien. tung der Erze entstehenden unvermeidlichen Verlustes werden der Hütte von Seiten der Grube in der Regel gewisse Hilfsmittel, Remedien⁶⁾, gestattet, wodurch sie sich für diesen Verlust entschädigen kann. Solche Remedien können vorkommen beim Zuwägen der Schliege, bei Bestimmung des Näss- und Metallgehaltes der Erze etc. Sind die Remedien reichlich, so wird nicht bloss der gedachte Verlust gedeckt, sondern ein Plus an Metallen ausgebracht.⁷⁾

§. 29. Probiren der Erze. Der Hüttenmann muss Zweck des
Probirens. sich genaue Kenntniss von dem Metallgehalte und dem Verhalten der Erze und Hüttenproducte vor der Verhüttung verschaffen, und geschieht diess durch chemische Untersuchung (Probirung) einer kleinen Probe auf trockenem oder nassem Wege, wobei es erlaubt ist, kostbarere Mittel als im Grossen zur Abscheidung der Metalle etc. anzuwenden, wenn nur dadurch die möglichste Trennung derselben aus den Erzen auf dem kürzesten Wege erreicht wird.

¹⁾ *Hausm.*, metallurgische Krystallkunde. 1850. p. 51.

²⁾ *Le Play*, Beschreibung der Hüttenprozesse, welche in Wales zur Darstellung des Kupfers angewendet werden. Deutsch von *Hartmann*. 1851. p. 20.

³⁾ *Lamp.*, Handb. d. allgem. Hüttenk. II. Thl., I. Bd., p. 110.
Wehrle, Hüttenk. I, 65—82.

⁴⁾ *Kraus*, Jahrb. 1854. p. 78.

⁵⁾ *Kerl*, Oberh. Hüttenprozesse. 1852. p. 3.

⁶⁾ *Ibid.*, pag. 70. *Lamp.*, Handb. II. Thl., 1. Bd., p. 9.

⁷⁾ *Kerl*, Oberh. Hüttenprozesse. 1852. p. 117.

Man probirt die Erze:

1) um sie ihrem Metallgehalte entsprechend bezahlen,
2) um nach dem gefundenen Gehalte und den bei dieser chemischen Behandlung sonst wahrgenommenen Erscheinungen den besten Weg der hüttenmännischen Zugutemachung wählen, oder einen bereits bestehenden Hüttenprozess zweckentsprechend abändern und

3) den Hüttenprozess, das Ausbringen, den Metallverlust controliren zu können.

Es lassen sich folgende Proben unterscheiden:

Nässprobe.

1) Die Nässprobe. Sie dient zur Ermittlung des den Erzen adhäreirenden Wassergehalts durch Trocknen bei einer Temperatur von $100 - 110^{\circ}\text{C}$. und wiederholtes Wägen, bis keine Gewichtsabnahme mehr stattfindet. Gewöhnlich findet das Einwägen nach einem verjüngten Gewichte statt (auf den Oberharzer Silberhütten ist 1 Ctr. Nässgewicht = 1 Loth Civilgewicht, und werden bei nassen Schliegen 42 Ctnr. (1 Rost), bei trocknen 39 Ctnr. (1 Rost) Schlieg zur Probe eingewogen; auf den Freiburger Hütten ist 1 Ctnr. Nässgewicht = 15 Pfundtheilen des Landesgewichtes = 75 Gramm; 1 Ctnr. Landesgewicht = 50 Kilogr. = 100 Pfund à 100 Pfundtheile). Zuweilen bestimmt man die Nässe nach dem Civilgewicht (auf den Oberharzer Eisenhütten wird 1 Cubkfs. Beschickung im gewöhnlichen und getrockneten Zustande gewogen). Um eine richtige Durchschnittsprobe zu erhalten, muss von möglichst viel Stellen eines Haufwerks Probe genommen werden.

Haldenprobe.

2) Die Halden-, Berg-, Kauf- oder merkantilsche Probe. Sie hat zum Zweck, den im Grossen ausbringbaren Metallgehalt zu bestimmen, um danach den Werth des Erzes etc. festzusetzen. Es kömmt dabei haupt-

Probenehmen
von Erzstücken.

sächlich auf ein richtiges Probenehmen¹⁾ an, damit das Material der Probe ebenso zusammengesetzt ist, wie die ganze Masse; je grösser die Probe, ein desto genaueres Resultat erfolgt. Die Schwierigkeiten beim Probenehmen eines sehr ungleichartigen Haufwerks (z. B. von Stein einschliessenden Kupferschlacken) sind oft der Art, dass das

¹⁾ Bgwfd. I, 22.

Auge des Empirikers ihren Metallgehalt durch Taxiren richtiger herausfindet, als die Probe auf trockenem Wege und selbst als eine genauere Analyse.

Bei grossen Haufwerken von in Stücken vorhandenen Erzen etc. (z. B. Eisensteinen, Schlacken etc.) nimmt man von möglichst vielen Stellen Proben von einigen Pfunden bis zu mehreren Centnern, zerschlägt oder zerstampft die gröbern Stücke, schüttet das Ganze zu einem konischen Haufen auf, verjüngt diesen durch Halbiren und wiederholt diese Procedur, bis man ein kleines, zum Probiren hinreichendes Quantum Probirgut erhalten hat, welches feingerieben und völlig durchgeseibt wird (Oberharzer Eisenhütten).

Bei Anlieferung der Erze in Schliegform nimmt man Probenehmen v. Erzschielen. beim Abwägen mittelst eines Löffels von jedem abgewogenen Centner Probe (Oberharzer Silberhütten).

Bei Substanzen, welche sich nicht zerstossen lassen, Probenehmen v. Legirungen z. B. Legirungen (Werkblei, Schwarzkupfer, Blicksilber etc.) bohrt, feilt oder hämmert man von mehreren Stellen, namentlich von dem Rande, dem Boden, der Mitte und der Oberfläche etwas ab und unterwirft dieses entweder gemeinschaftlich einer Probe, oder jeden Theil für sich, und nimmt dann den Durchschnitt (Barrenprobe). Auch bringt man wohl die Masse in Fluss, schöpft mit einem kleinen Löffel von unten herauf etwas aus und verwandelt es durch Ausgiessen in kaltes Wasser über einem Besen in Granalien (Schöpfprobe).

Die verjüngten Probirgewichte haben meist die Einteilung der Landesgewichte, z. B. auf dem Oberharze ist 1 Ctnr. Probirgewicht = $\frac{1}{4}$ Loth Civilgewicht = 100 Pfd. à 32 Lth. = 3,654 Gramm; zu Freiberg 1 Probircentner = 3,750 Gramm = 100 Pfd. à 100 Pfundtheile.

Lässt sich gleich die quantitative Löthrohrprobe auf den Hütten als merkantilische Probe, weil man meist zu viel Proben anfertigen muss, nicht immer anwenden, so kann man sich ihrer auf Reisen oft mit Nutzen bedienen. Quantitative Löthrohrproben.

3) Die Betriebsprobe bezweckt, aus dem Verhalten Betriebsprobe. der Erze im Kleinen auf das im Grossen zu schliessen, z. B. Aufschluss zu erhalten über ihre Schmelzbarkeit für

sich und mit Zuschlägen (Möllerprobe der Oberharzer Eisenhütten). Auch ermittelt man mittelst derselben den Metallgehalt der Producte, welche der currente Betrieb liefert, um ihre weitere Behandlung danach einrichten zu können, z. B. um zu erfahren, ob eine Schlacke absetzbar ist oder nicht.

Controlprobe. 4) Die controlirende Probe. Sie wird gewöhnlich auf nassem Wege ausgeführt, um den Metallgehalt möglichst genau zu ermitteln und danach den Verlust beim Ausbringen im Grossen zu bestimmen. Die Proben auf nassem Wege erfordern längere Zeit und grössere Geschicklichkeit von Seiten des Probirers und geben zuweilen nicht so genaue Resultate, als die auf trockenem Wege (Silberproben). Auch haben die trocknen Proben vor denen auf nassem Wege den Vorzug, dass dieselben den metallurgischen Prozessen mehr oder weniger gleichen und desshalb wichtige Aufschlüsse über dieselben geben können.

Chemische Analyse. 5) Die analytische Probe (Analyse), mittelst welcher sämtliche Bestandtheile eines Erzes etc. auf nassem Wege bestimmt werden. Dieselbe ist unter Umständen erforderlich, wenn noch gar nicht gekannte Erze verhüttet werden sollen, oder es sich um den Aufschluss über die Theorie eines Hüttenprozesses handelt.

§. 30. Mechanische Prozesse, welchen die Erze auf den Hütten vor ihrer chemischen Behandlung unterworfen werden. Hierher gehören die Zerkleinerungs-, Scheidungs- und Mengungsarbeiten.

Zweck. A. Zerkleinerungsarbeiten. Die Korngrösse¹⁾ der Erze und Hüttenproducte ist von wesentlichem Einflusse auf das Gelingen des metallurgischen Prozesses und variirt je nach dem Zwecke des letzteren, nach der Verschiedenheit der metallurgischen Apparate, in denen die Erze verarbeitet werden sollen, und nach der Leichtigkeit, mit welcher sich die Erze chemisch zerlegen lassen (Rösten und Schmelzen von Schliegen in Flammöfen, von Knörpel-

¹⁾ *Lampadius*, über die zweckmässige Grösse des Kornes der Beschickungen. *Erdm.*, Journ. f. ökon. Ch. II, 511. Bgwfd. XI, 573.

erzen in Schachtöfen). Der Theorie nach würde durch die Zerkleinerung der Erze etc. zur Pulverform und die vollständige Vermengung der Schmelzmaterialien, da eine solche eine fast augenblickliche Reaction beim Schmelzen veranlasst, die Dauer des Prozesses bedeutend vermindert und die Kosten dieser mechanischen Aufbereitung sehr vortheilhaft durch eine Ersparung an Arbeitslöhnen und Brennmaterial wieder ausgeglichen werden; allein die Erfahrung bestätigt diese Ansicht nicht. Es ist oft zur Erzeugung bestimmter Producte eine gewisse Zeit zu ihrer gegenseitigen Einwirkung erforderlich (z. B. bei den Kupfergewinnungsprozessen in Flammöfen), feinzertheilte leichtflüssige Substanzen (z. B. Bleiglanzschliege) dringen ins Brennmaterial ein, schmelzen darin und inkrustiren dasselbe u. dergl. m.

Die Zerkleinerungsarbeiten selbst können bestehen in Zerkleinerungsarbeiten. einem Zerschlagen der Erze etc. mittelst Hämmer durch Menschenkraft (Eisensteine zur Gittelde'schen Hütte am Harze), Pochen durch Stempel- oder Hammerpochwerke (Bleiglanzstufferze und Eisenerze auf den Harzer Hütten), Rammen (Roheisen), Walzen (Eisensteine zur Lerbacher und Ilsenburger Hütte am Harze), Mahlen (Kupferstein etc. im Mansfeld'schen, Freiberg) und Granuliren (Kupfersteine in England, Schwarzkupfer zu Oker).

B. Scheidearbeiten, wie Handscheiden (schwer- Scheidearbeiten. spathhaltige Eisensteine zu Gittelde), Schlämmen (geröstete Zinnerze) und Sieben (Kupfersteine im Mansfeld'schen und Freiberg).

C. Mengungsarbeiten. Dieselben fördern, weil Zweck. durch sie die einzelnen Bestandtheile der zu verarbeitenden Substanzen in innigere Berührung kommen, meist die chemische Action, und kommen hauptsächlich in dieser Beziehung die folgenden Operationen vor:

1) Das Gattiren und Beschicken (Möllern, Auf- Zweck des Gattirens. laufen etc.). Selten werden einzelne Erzsor-
ten für sich allein zugutegemacht, in den meisten Fällen nimmt man diese beiden Operationen damit vor.

Unter Gattiren (Mischen, Maschen) versteht man ein Mengen ärmerer und reicherer Erze derselben Art

zur Erzielung eines mittleren Metallgehaltes, der sich für das Ausbringen des Metalles der Erfahrung gemäss als der vortheilhafteste erwiesen hat, sich aber auf ein und demselben Werke je nach dem Gehalte der vorrätigen Erze ändern kann. Dabei sucht man gleichzeitig die Erze so zu vermengen, dass die darin enthaltenen Erden bei der metallurgischen Verarbeitung gut auf einander einwirken (Gattirung von kieseligen, thonigen, kalkigen und spatheisensteinhaltigen Bleiglanzschliegen mit 40 — 75 Pfd. Blei und $1\frac{1}{2}$ — 11 Loth Silber im Centner auf Clausthaler Hütte in der Weise, dass die Gattirung 54 — 56 Blei und $3 — 3\frac{1}{2}$ Loth Silber im Centner enthält).

Bei zu reichen Erzen fehlt es an der zur Schützung des Metalles erforderlichen Quantität schlackengebender Bestandtheile, und der metallurgische Prozess gestaltet sich in Bezug auf Brennmaterialaufgang und Metallausbringen ungünstig; bei zu armen Erzen muss viel Unhaltiges verarbeitet werden, was auch nur mit einem grössern Brennmaterialverbrauch und Metallverlust geschehen kann.

Beispiele für
Gattirungen.

Bei Berechnung des Durchschnittsgehaltes einer Gattirung wendet man entweder die Regeln der Alligationsrechnung an oder hilft sich durch Probiren, wie folgende Beispiele zeigen:

a) Es ist der Bleigehalt zweier Erzposten zu 75 und 40%, sowie der zu erzielende mittlere Bleigehalt von 54% gegeben, von welchem 100 Centner Gattirung hergestellt werden sollen, wie viel muss von jeder Post genommen werden?

Nach den Regeln der Alligation zieht man den geringeren Gehalt vom mittleren und vom grösseren ab, multiplicirt die erstere Differenz mit der Centnerzahl der mittleren Post und dividirt das Product durch die zweite Differenz, so gibt der Quotient die Centnerzahl, welche von der reicheren Post zu nehmen ist.

$$50 - 40 = 10$$

$$75 - 40 = 35$$

$$10 \times 100 = 1000$$

$$\frac{1000}{35} = 28\frac{4}{7} \text{ Centner sind von der rei-}$$

cheren und $100 - 40 = 60$ Ctnr. von der ärmeren Post zu nehmen.

b) Man will eine $5\frac{1}{2}$ löthige (Andreasberger Fahlerz-Bleierz-) Gattirung von 100 Ctnr. aus 4 Erzposten mit resp. 12, 10, 5 und 2 Loth Silbergehalt im Ctnr. herstellen, und unter diesen

20 Ctnr. Fahlerze à 10 Loth = 200 Loth Silber

30 " Bleiglanz " 5 " = 150 " "

40 " " " 2 " = 80 " "

90 Ctnr. mit 430 Loth Silber

verwenden. Dies gibt aber erst eine 4,8löthige Gattirung, welche $5\frac{1}{2}$ löthig wird, wenn man noch 10 Ctnr. Fahlerz mit 12 Loth Silber im Centner hinzunimmt.

Mit Beschicken wird das Vermengen der Erze etc. mit andern Stoffen (Zuschlägen, Flüssen)¹⁾ bezeichnet, um einen guten Schmelzgang herbeizuführen, welcher sich durch das mehr oder weniger günstige Metallausbringen und das Verhalten der Erze bei dem damit vorgenommenen metallurgischen Prozesse ergibt.

Zweck des
Beschickens.

Man kann Erze in mehrfacher Absicht beschicken, nämlich

a) um dem darzustellenden Producte einen gewissen für das Ausbringen günstigen Metallgehalt zu geben. (Zur St. Andreasberger Silberhütte beschickt man reichere und ärmere Silbererze mit so viel bleiischen Zuschlägen, z. B. Glätte, Abstrich, dass auf 1 Loth Silber resp. 12—15 Pfund und 7—8 Pfund Blei in dem Werkblei kommen. Man sagt in solchem Falle, das Silber sei vom Blei gedeckt.)

b) um die Abscheidung des darzustellenden Metalles etc. zu veranlassen (Zuschlag von Eisen zur Zerlegung von Bleiglanz, Zinnober).

c) um die erdigen oder sonstigen unhaltigen Theile zur Auflösung (Verschlackung) und somit zur Absonderung von den darzustellenden Metallen, Zwischenproducten etc. zu bringen²⁾ (Zuschläge von Kalk zu kieseligen und tho-

¹⁾ Das Nähere über die Zuschläge und Flüsse pag. 62.

²⁾ Bredberg, über das Verhalten einiger Mineralien beim Zusammen-

nigen Eisenerzen, von sauren oder basischen Schlacken bei den Kupfer- und Bleiarbeiten). Unter Umständen erreicht man mit dem Gattiren gleichzeitig ein Beschicken, wenn die Bestandtheile des einen Erzes Zuschläge oder Flüsse für das andere sind (Gattiren kalkiger, kieselig, eisenspäthiger und thoniger Bleiglanzschliege auf den Oberharzer Silberhütten, kieselig, thoniger und kalkiger Eisensteine zu Rothehütte und Lerbacher Hütte am Harze).

d) um schädliche Bestandtheile zu entfernen (Zuschläge von Kalk und des *Schafhäutl'schen* Pulvers beim Eisenfrischen, Schmelzen des Kupfers mit Glas und Kupferhammerschlag).

e) damit die Zuschläge dem abzuschcheidenden Körper als Ansammlungsmittel dienen (Schwefelkies für erdige Gold- und Silbererze).

f) um manche Abfälle von Schmelzprozessen zu Gute zu machen (reiche Schlacke, Producte der Treibarbeit etc.).

Benutzung bestehender Erfahrungen und der stöchiometrischen Lehren bei Entwerfung von Beschickungen.

Bei Entwerfung von Beschickungen muss man schon bestehende Erfahrungen und Resultate der Analysen und Betriebsproben in Hinsicht auf Zuschläge, Erzgattirung und Schlackenbildung¹⁾ berücksichtigen, vor Allem aber die Lehren der Stöchiometrie zu Hülfe nehmen, welche hauptsächlich bei den sub b) und c) aufgeführten Zwecken des Beschickens ein sicheres Hilfsmittel zur Erreichung der besten Zugutemachungsmethode der Erze gewähren. Kann man gleich nicht immer ganz streng nach stöchiometrischen Regeln beschicken, weil die angelieferten Erze, Zuschläge etc. nicht selten in ihrer Zusammensetzung wechseln, so lässt sich doch nach diesen Regeln dem besten Verhältnisse der anzuwendenden Zuschläge und der Erzgattirung möglichst nahe kommen, wodurch in den meisten Fällen der Zweck erreicht wird.

Beispiele für die Zusammensetzung einer Beschickung.

Zur Erläuterung des Letztgesagten mögen folgende Beispiele ad b) und c) hier Platz finden.

schmelzen. *Erdm.*, Journ. f. ök. u. techn. Ch. XII, 273. *Berthier*, über das Verhalten verschiedener erdiger Substanzen und Salze bei erhöhter Temperatur. *Erdm.*, Journ. f. pr. Ch. IV, 457; V, 273.

¹⁾ Von diesen Erfahrungen wird in §. 101 weiter die Rede sein.

Beispiel ad b) (pag. 57) 1 Rost trockner Bleiglanzschlieg von 39 Ctr. Gewicht enthält neben Erden 59% Bleiglanz, wie viel Roheisen ist zur vollständigen Zersetzung desselben erforderlich, wenn man in letzterem 5% fremde Bestandtheile annimmt und voraussetzt, dass durch diese Zersetzung Fe gebildet wird?

Nach den hierunter ¹⁾ aufgeführten Atomgewichten der Elemente besteht reiner Bleiglanz, Pb, aus 103,7 Blei und 16 Schwefel, und verlangt zu seiner Zersetzung 28 Theile Eisen, welche sich mit 16 Theilen Schwefel zu Fe verbinden.

Aus dem Ansatz:

Wie viel Roheisen erfordern	39 Ctr. Bleiglanzschlieg,
wenn 100 Ctr. Bleiglanzschlieg	
enthalten	59 „ Schwefelblei,
und 119,7 „ Schwefelblei zer-	
legt werden durch	28 „ reines Eisen
und 95,0 „ reines Eisen ent-	
halten sind in	100 „ Roheisen.
<u>11371,5</u>	<u>64428,0 = 5,6</u>

ergibt sich, dass zur Zerlegung der 39 Ctr. Bleiglanzschlieg 5,6 Ctr. Roheisen erforderlich sind.

¹⁾ Atomgewichte der Elemente, H = 1.

Ag 108	Co 29,5	Mn 28	Sb 129
Al 13,7	Cr 26,7	Mo 46	Se 39,5
As 75	Cu 31,7	N 14	Si 21,3
Au 197	D 50	Na 23	Sn 58
B 10,9	F 19	Ni 29,6	Sr 43,8
Ba 68,5	Fe 28	O 8	Ta 184
Be 4,7	H 1	Os 99,6	Te 64,2
Bi 213	Hg 100	P 32	Th 59,6
Br 80	J 127,1	Pb 103,7	Ti 25
C 6	Jr 99	Pd 53,3	U 60
Ca 20	K 39,2	Pt 98,7	V 68,6
Cd 56	La 47	R 52,2	W 95
Ce 47	Li 6,5	Ru 52,2	Zn 32,6
Cl 35,5	Mg 12	S 16	Zr 22,4.

Beispiel zu c) (pag. 57). Eine Gattirung von Eisenerzen enthalte

48	Ctnr.	Eisenoxyd
36	"	Kieselsäure
12	"	Thonerde
4	"	Kalkerde
100	Ctnr.	

Wie viel Kalkstein mit einem Gehalte von 80% kohlensaurem Kalke muss zugeschlagen werden, damit sich eine Bisilicatschlacke von Kalk- und Thonerde ($\text{Ca}^3 \text{Si}^2 + \text{Al Si}^2 = 56\%$ Kieselerde, 30% Kalkerde und 14% Thonerde) bildet, welche erfahrungsmässig (*Bodem., Probirk., p. 353*) leichtschmelzig ist?

Da 1 Atom Thonerde ($\text{Al} = 51,4$) zur Bildung von Al Si^2 2 Atome Kieselerde ($\text{Si}^2 = 90,6$) erfordert, so nehmen die 12 Ctnr. Thonerde der Beschickung 21,1 Ctnr. Kieselerde auf und es bleiben zur Verbindung mit Kalk noch $36 - 21,1 = 14,9$ Ctnr. Kieselerde über. Durch Vereinigung von 3 Atomen Kalk ($\text{Ca}^3 = 84$) mit 2 Atomen Kieselerde ($\text{Si}^2 = 90,6$) entsteht $\text{Ca}^3 \text{Si}^2$, zu dessen Bildung die noch übrigen 14,9 Ctnr. Kieselerde der Beschickung 13,8 Centner Kalkerde aufnehmen müssen. Da jedoch in der Beschickung nur 4 Ctnr. Kalkerde vorhanden sind, so müssen 9,8 Ctnr. Kalkerde oder 21,9 Ctnr. Kalkstein mit einem Gehalte von 80% kohlensaurem Kalke zugeschlagen werden.

Ein Beispiel für die Entwerfung einer Beschickung für die Freiburger Roharbeit findet sich in *Lamp. neueren Fortschr. im Gebiete der ges. Hüttenkunde. 1839. p. 12.*

Das Gattiren und Beschicken geschieht zur möglichst innigen Vermengung der Erze mit den Zuschlägen und Flüssen in der Weise, dass man dünne Lagen davon abwechselnd über einander ausbreitet und demnächst beim Wegfüllen der Beschickung senkrechte Durchstiche macht. Selten werden Mengemaschinen angewendet.

Den Ort, an welchem die genannten Operationen vorgenommen werden, nennt man Beschickungs-, Gicht-,

Manipulationen
beim Gattiren
u. Beschicken.

Beschickungs-
boden.

Schicht-, Möller- oder Vormassboden, Schichtsaal, Möllerbette und die Quantität einer Beschickung, welche in einer gewissen Zeit (gewöhnlich in 12 Stunden) zum Verarbeiten kommt, Schicht, Vormass, Vorlauf, Möller (auf den Harzer Eisenhütten = 300 Cubikfuss). Eine für eine 12stündige Schmelzzeit zu Clausthaler Hütte bestimmte Schicht besteht z. B. aus folgenden einzelnen Lagen: 7—10 Karren à $2\frac{1}{3}$ — 3 Ctnr. Steinschlacken, 26 Ctnr. gattirter Schlieg, $2\frac{1}{2}$ Ctnr. Granulireisen, $2\frac{1}{2}$ Ctnr. bleiische Producte vom Abtreiben, $1\frac{1}{2}$ Ctnr. Abstrich, 3—4 Karren à $2\frac{1}{4}$ — $2\frac{1}{2}$ Ctnr. Schliegschlacken, 14 Ctnr. gattirter Schlieg, 2 Ctnr. Granulireisen, 2 Ctnr. bleiische Producte, 3—4 Karren Schliegschlacken.

Wo es irgend möglich ist, legt man den Beschickungsboden ins Niveau der Ofenmündung (Harzer Hütten); ist dies wegen des Terrains nicht zulässig, so bedient man sich zum Heraufholen der Beschickung und des Brennmaterials maschineller Vorrichtungen, der Gichtauf- Gichtaufzüge. züge¹⁾ und zwar entweder senkrechter oder geneigter.

2) Das Einbinden, d. h. die Vermengung staubiger Einbinden von und mulmiger Erze und Hüttenproducte mit Adhäsions- Schliegen. mitteln, um ein Wegblasen derselben, namentlich beim Verschmelzen in Schachtöfen zu vermeiden. Oft dienen die Adhäsionsmittel zugleich als Zuschläge. Als solche Adhäsionsmittel sind in Anwendung: Kalk (für Bleiglanzschliege zu Tarnowitz²⁾) und gleichzeitig mit gepochten Eisenfrischschlacken zu Münsterbusch bei Stolberg), Thon (für die Silberextractionsrückstände³⁾ im Mansfeld'schen und zu Freiberg, sowie für Mansfelder Kupferschieferkläre⁴⁾), backende Steinkohlen, welche mit

¹⁾ Ueber Gichtaufzüge: *Leblanc* und *Walter's* Eisenhüttenkunde. I, Taf. 17—20; III, Taf. 25—28. — *Neuer Schaupl. d. Bergwerkskunde*. XV. 2. Abthl. p. 60. *Polyt. Centr.* 1850. p. 13. *Dingl.*, CXV. 17. *Bgwfd.* XIII, 545; X, 364. *Valerius*, *Handb. d. Roh-eisenfabrik.*, deutsch von *Hartmann*. Freiberg, bei Engelhardt. 1851. p. 337.

²⁾ *Karsten's Arch.* II. R. XXIV, 430.

³⁾ *Grützner*, die *Augustin'sche Silberextraction*. 1851. p. 91.

⁴⁾ *Lampad.*, *Fortschr.* 1839. p. 4. *Bgwfd.* I, 169. *Erdm., Journ.* f. ök. u. techn. Chem. II. 514.

den Schliegen gemengt in erzhaltige Coaks umgeändert werden ¹⁾ u. dergl. m.

Manipulationen
beim Einbinden.

Das Vermengen der Schliege etc. mit den Cohäsionsmitteln geschieht auf die Weise, dass man

1) abwechselnde Schichten davon auf der Hüttensohle oder in einem Kasten in trockner Gestalt ausbreitet, diese gleichmässig anfeuchtet und die feuchte Masse entweder mit der Hand zu Batzen oder Ballen formt (Thon), oder Ziegel streicht, oder mit Schaufeln einzelne Stücke bildet, die dann durch eine eigene Ofenfeuerung oder durch die aus Schmelzöfen abziehende Wärme gewöhnlich auf Horden getrocknet werden.

2) die trocken gemengten Beschickungstheile mit Kalkmilch einsümpft und sie durch Umschaufeln zu einer halbweichen Consistenz bringt.

Knetwerke.

Zuweilen wendet man Knetwerke ²⁾ in Gestalt von Pochwerken an.

Anstatt die Schliege einzubinden, bringt man sie auch wohl durch vorheriges schwaches Erhitzen für sich oder mit leichtflüssigen Zuschlägen zur Sinterung und erreicht damit denselben Zweck.

Zweites Kapitel.

Von den Zuschlägen und Flüssen.

Begriff und
Zweck.

§. 31. Begriff und Zweck. In den bei Weitem meisten Fällen kommen Erze zur Verhüttung, mit welchen Erdarten mechanisch oder chemisch verbunden sind, und es ist alsdann erforderlich, diese Erdarten abzuscheiden und eine Trennung des Metalles von den übrigen Bestandtheilen, mit denen dasselbe im Erze vereinigt ist, zu bewirken. Zuweilen lassen sich beide Zwecke gleichzeitig erreichen, in vielen Fällen muss ersterer dem letzteren

¹⁾ *Erdm.*, Journ. f. ök. u. techn. Chemie. II, 402.

²⁾ *Lampadius*, c. 1. p. 4. *Grützner*, c. 1. p. 91.

vorangehen, meist aber ist der Zusatz gewisser Substanzen, der Zuschläge oder Flüsse zur Erreichung dieser Zwecke erforderlich.

Unter Zuschlägen versteht man diejenigen Substanzen, welche die Abscheidung eines nutzbaren Bestandtheils aus Erzen oder Hüttenproducten veranlassen oder zur Ansammlung desselben dienen, während Flüsse eine solche Abscheidung nicht unmittelbar bewirken, sondern dieselbe nur dadurch befördern, dass das Erz etc. durch ihre Einwirkung flüssiger gemacht und den ausgebrachten Metallkörnchen etc. Gelegenheit gegeben wird, sich leichter zu vereinigen. Zuschläge können auch Flussmittel sein, weit seltener umgekehrt.

Zuschläge.

Flüsse.

Das Metallausbringen ist in demselben Verhältnisse reiner und vollkommener, als das Verhältniss der Erden gegen einander die Verschlackung befördert.

§. 32. Zuschläge. Von der gehörigen Auswahl und der Menge der Zuschläge hängt stets der gute Erfolg des Prozesses ab und richtet sich erstere nach den Eigenschaften des Metalles und der Beschaffenheit des Erzes etc., aus welchem dasselbe gewonnen werden soll. Wie bereits pag. 58 angeführt, müssen dabei die Lehren der Stöchiometrie, schon bestehende Erfahrungen und die Resultate der Betriebsproben in Betreff der Schmelzbarkeit, der verschlackenden Wirkung etc. der Zuschläge zu Hülfe genommen werden. Von der grössten Wichtigkeit ist dabei die in neuerer Zeit sehr erweiterte Kenntniss von der Schlackenbildung.¹⁾

Wichtigkeit der richtigen Auswahl von Zuschlägen.

Bei den verschiedenen Hüttenprozessen kommen hauptsächlich folgende Zuschläge zur Anwendung:

Arten der Zuschläge.

A. Röstzuschläge und zwar Kohle als Holzkohle und Cokes in Gestalt von Lösche; Aetzkalk in Pulverform, hauptsächlich zur Absorption von beim Rösten von Schwefelungen gebildeter Schwefelsäure (Röstung der Kupfersteine etc.); Eisenvitriol wasserfrei = 46,71 Eisenoxydul und 53,29 Schwefelsäure, wasserhaltig = 25,9 Eisenoxydul, 28,8 Schwefelsäure und 45,3 Wasser (beim

Röstzuschläge.

¹⁾ Siehe §. 101.

Rösten schwefeleisenarmer Silbererze und Producte behuf der Amalgamation); Kochsalz = 39,66 Natrium und 60,34 Chlor (zur Umwandlung des Silbers in Erzen und Hüttenproducten in Chlorsilber behuf der Amalgamation, der *Augustin'schen* Extraction etc.); Wasserdampf u. a.

Schmelz-
zuschläge.

B. Schmelzzuschläge. Sie zerfallen in chemischer Hinsicht in

I. Erdige Zuschläge¹⁾ und zwar

1) Kieselfossilien. Die Kieselerde wird sehr häufig zur Beförderung der Schmelzung von Gangarten bei Erzen etc. zugeschlagen, indem sie sich mit Basen zu mehr oder weniger leichtflüssigen Verbindungen (Silicaten, Schlacken) vereinigt, und ist bereits mehrfach darauf hingewiesen, dass das Studium dieser Verbindungen für die Metallurgie von hoher Wichtigkeit ist. Es kommen zur Anwendung: Kieselerde in Gestalt von Quarz und Quarzsand, an und für sich sehr strengflüssige Fossilien; leichtflüssige Silicate, als Granat, Hornblende, Grünstein, Augit; etwas schwersmelziger sind Feldspath, Chlorit und Glimmer; ferner saure und basische Schlacken.

2) Kalkfossilien. Dieselben bilden mit Kieselsäure und andern Erden leichtflüssige Silicate und zersetzen manche Verbindungen energisch, wesshalb sie bei Schmelzprozessen sehr häufig angewandt werden, und zwar:

Kohlensaurer Kalk, Kalkstein oder Kalkspath = 56,29 Kalkerde und 43,7 Kohlensäure (Zuschlag zu Eisenerzen, um den Kieselerde- und Thonerdegehalt derselben aufzulösen¹⁾ und Schwefel aufzunehmen, Zerlegung des

¹⁾ Verhalten erdiger Substanzen und Fossilien für sich und im Gemenge mit einander im Schmelzfeuer. *Lamp.*, Hndb. d. Hüttenkunde. I. §. 123 — 127. 1817. *Delesse*, Schmelzversuche mit Felsarten. *Pogg.*, LXXIII, 454. *Bredberg*, über das Verhalten einiger Mineralien beim Zusammenschmelzen. *Erdm.*, Journ. f. pr. Ch. XII. 273.

²⁾ Ueber die Wirkung des gebrannten und ungebrannten Kalkes beim Eisenerzschmelzen in *Dingl.*, polyt. Journ. CXIX, 353; CXXVII, 467; CXXX, 349. B. u. h. Ztg. 1852. Nr. 39. Polyt. Centr. 1852. p. 1326. *Valerius*, Handb. d. Roheisenfabrikation, deutsch von *Hartmann*. Freiberg bei Engelhardt. 1851. p. 101. Ergänzungsheft. 1853. p. 118.

Zinnober durch Kalk). Durch einen Mangangehalt wird der Kalkstein leichtschmelziger (Braunspath), durch einen Magnesiagehalt strengflüssiger (Dolomit), bald ist reiner Kalkstein wirksamer, bald ein kieselerde- und thonhaltiger Kalk (Mergel).

Flussspath = 52,57 Calcium und 47,73 Fluor, wirkt sehr auf die Leichtschmelzigkeit und ist namentlich für kieselige Erze ein vortrefflicher Zuschlag, indem sein Fluorgehalt einen Theil des Siliciums in Gasform wegführt. Der auf den Waleser Kupferhütten angewandte Flussspath besteht nach *Le Play* aus 63% Ca F, 33,6 Thonerdehydrosilicat, 2,3% Ca C und 1,1 Fe.

Der Flussspath ist nicht mit gleichem Nutzen durch Kalk zu ersetzen, weil er, ohne geneigt zu sein, sich mit Metalloxyden zu verbinden, fast $\frac{1}{3}$ — $\frac{1}{2}$ von dem Kieselerdegehalt des Erzes aufnimmt, die Schlackenbildung dadurch nicht bloss beschleunigt und erleichtert, sondern dieselbe auch gleichzeitig vermindert, während sie Kalk vermehrt (Zuschlag bei quarzigen Eisenerzen und beim englischen Flammofenschmelzen für kieselige Bleierze). Er schmilzt mit Schwerspath und Gyps leicht zusammen.

Schwerspath = 65,63 Baryterde und 34,37 Schwefelsäure, wird bei hoher Temperatur von Eisen, Zink und allen Metallen, die leichter als das Kupfer oxydirbar sind, unter Bildung von Oxysulphureten zerlegt, welche letztere gleichzeitig Baryterde, Schwefelbarium und das Oxyd und Schwefelmetall des zersetzenden Metalles enthalten. Während die Baryterde als starke Base und kräftiges Flussmittel leichtflüssige Schlacken erzeugt, so trägt das Schwefelbarium zur Bildung von Schwefelmetallen bei (Zuschlag von Schwerspath bei der Silbererzroharbeit und beim Verschmelzen kupfer- und nickelhaltiger Erze etc. gemeinschaftlich mit Arsenikkies). Bei hoher Temperatur wird der Schwerspath von Kieselerde zerlegt. 1 Theil Quarz, 1 Theil Schwerspath und $\frac{1}{2}$ Theil Flussspath geben eine gute Schlacke, welche noch etwa 10% anderer strengflüssiger Erdengemenge aufzulösen vermag.

Gyps = 41,53 Kalkerde und 58,47 Schwefelsäure, wird

in gleicher Absicht wie Schwerspath angewandt, ist aber leichtschmelziger.

3) Thonfossilien. Thon = Al Si^2 , Lehm, Töpferthon, Thonschiefer etc. sind für sich mehr oder weniger schwer schmelzbar, geben aber mit Basen, namentlich mit Kalkerde leichtschmelzbare Silicate. Der reine Thon vermag mit $\frac{3}{4}$ seines Gewichtes Kalk eine gute Schlacke zu bilden (Zuschlag von thonigen Eisensteinen zu kalkigen Eisensteinen, von Thonschiefer zu den gerösteten, sehr eisenoxydreichen Unterharzer Bleierzen etc.).

II. Salzige Zuschläge. Dieselben werden weniger in Schmelzöfen, als bei Tiegelschmelzungen angewandt, z. B. Potasche = 68,09 K und 31,91 C , Soda = 58,58 Na und 41,42 C , Salpeter = 46,56 K und 53,44 N (Schmelzen von Chromeisenstein mit Salpeter und Soda oder Potasche), Borax = 16,37 Na , 36,53 B und 47,10 H (Einschmelzen von Staubgold), Kochsalz = 39,66 Na und 60,34 Cl (Hauptbestandtheil des *Schafhäutl'schen* Mittels — $1\frac{3}{4}$ Gewichtstheile Braunstein, $3\frac{3}{4}$ Gewichtstheile Kochsalz und $\frac{2}{3}$ Gewichtstheile Töpferthon — zur Reinigung des Eisens beim Frischen; zur Reinigung des Roheisens beim Umschmelzen in Kupoloöfen ist ein Gemenge von $\frac{1}{2}$ Gewichtstheil Braunstein und $2\frac{1}{2}$ Gewichtstheilen Salmiak empfohlen worden).¹⁾

Potasche schmilzt in starker Hellrothgluth, Soda, Borax und Kochsalz in gewöhnlicher Rothgluth. Letzteres verflüchtigt sich bei starker Rothgluth besonders im Luftzug.²⁾

Glaubersalz³⁾ = 19,38 Na , 24,85 S und 55,77 H , wirkt als Zuschlag ähnlich wie Schwerspath (z. B. bei der Concentration kupferhaltiger Speisen, beim Verschmelzen gold- und silberhaltiger Eisensauen).

III. Metallische Zuschläge. Dahin gehören hauptsächlich

¹⁾ Bgwfd. IX, 165. B. u. h. Ztg, IV, 830.

²⁾ Erdm., Journ. f. pr. Ch. II, 158.

³⁾ Lampad., Handb. d. Hüttenkde. I, 156. Grützner, die Augustin'sche Silberextraction. 1851. p. 133.

1) Metalle, als Roheisen in Form von Granalien und Wascheisen, Schmiedeeisen (zur Zerlegung von Bleiglanz, Zinnober etc.), Blei (beim Kupferfrischen, beim Gaarmachen unreiner Kupfer), Gaarkupfer und Schwarzkupfer (beim Abtreiben und Feinbrennen des Silbers behuf Abscheidung strengflüssiger Beimengungen), Arsen (zur Anreicherung des Nickel- und Kobaltgehaltes in Speisen), Zink (zur Ausziehung des Silbers aus Werkblei) etc.

2) Metalloxyde, als Bleioxyd = 92,83 Pb und 7,17 O, Producte vom Abtreiben, Abstrich, Heerd, Glätte (bei Gold- und Silberschmelzprozessen zur Bildung von Werkblei), Kupferoxyd = 79,85 Cu und 20,15 O (zur Reinigung des Kupfers nach *Thomson's* Methode), Eisenhammerschlag Fe^6Fe = 75,68 Fe und 24,32 O (beim Eisenfrischen, zur Zerlegung des Zinnobers etc.), Rotheisenstein = 69,34 Fe und 30,66 O und Magneteisenstein = 71,78 Fe und 28,22 O wirken ähnlich, Braunstein = 63,36 Mn und 36,64 O (beim Frischen des Roheisens).

Diese Substanzen wirken entweder dadurch, dass sie in der Schmelzhitze Sauerstoff abgeben, welcher alsdann schädliche Beimengungen oxydirt (Cu, Fe, Mn), oder dass das Radical des Oxydes zerlegend auf das Erz einwirkt, (das Eisen im Rotheisenstein, Eisenhammerschlag) oder dasselbe gewisse Metalle aufnimmt (Blei im Bleioxyd).

3) Schwefelungen, als Schwefelkies = 46,61 Fe und 53,39 S, Magnetkies = 59,60 Fe und 40,40 S. Dieselben geben beim Erhitzen Schwefel ab und verwandeln sich in niedrigere Schwefelungsstufen, welche aus Gold- und Silbererzen die edlen Metalle ausziehen und sich damit vereinigen (Silber und Gold bei der Roharbeit, Blei und Kupfer aus Bleispeise).

4) Salze. Hierher gehören hauptsächlich die eisenoxydulreichen Frischschlacken, welche eine strengflüssige Beschickung leichtflüssig machen und entweder durch ihren Sauerstoffgehalt (beim Eisenfrischen) oder durch ihren Eisengehalt als Niederschlagsmittel (z. B. für Blei aus Bleiglanz) wirken. Auch andere metallhaltige

Schlacken kommen zur Anwendung, theils als Flussmittel, theils um ihren Metallgehalt auszuziehen.

5) Metallische Abfälle von Hüttenprozessen, deren Metallgehalt man gewinnen will (Ofenbrüche, Geschur, Gekrätz, Flugstaub etc.).

Sublimations-
u. Destillations-
zuschläge.

C. Sublimations- und Destillationszuschläge. Dahin gehören: metallisches Eisen und seine Oxyde und gebrannter Kalk (zur Zerlegung von Zinnober); Schwefel, Schwefelkies oder Arsenikkies (bei Darstellung von gelbem und rothem Rauschgelb); Potasche (bei der Sublimation schwefelhaltigen Giftmehls) etc.

Cementations-
zuschläge.

D. Cementationszuschläge, als: Kohle (Stahl), Kochsalz im Gemenge mit Alaun, Eisenvitriol und Ziegelmehl (silberhaltiges Gold), Eisenstein (hämmerbares Gusseisen), zinkische Erze und Ofenbrüche (Messing).

Zuschläge bei
Prozessen auf
nassem Wege.

E. Zuschläge bei Prozessen auf nassem Wege. Säuren, Gase, Kochsalzlauge, unterschwefligsaures Natron etc. zum Auflösen, Kupfer und Eisen zum Niederschlagen der Metalle, Metalloxyde, z. B. Kupferoxyd zum Sättigen von sauren Laugen, Quecksilber bei der Amalgamation, Kupfer- und Eisenvitriol als solche oder in Gestalt von gerösteten Eisen- und Kupferkiesen (Magistral) bei der amerikanischen Amalgamation, wenn es in der Beschickung an diesen Substanzen fehlt, u. a. m.

Wirkung der
Flüsse.

§. 33. Flüsse. Ausser manchen leichtschmelzigen Fossilien, z. B. Flussspath, gehören hierher besonders Schlacken. Ausser als Auflösungsmittel (Zuschläge), ohne also unmittelbar die Verschlackung der Erden zu bewirken, sind sie ein gutes Beförderungsmittel für die Verschlackung, sie lockern die Schmelzmassen mechanisch auf, verhüten ein Durchrollen feiner Erztheile und geben im geschmolzenen Zustande ein Medium ab, in welchem die ausgebrachten zerstreuten Metallkörnchen etc., die dann von der Schlackendecke gegen die zerlegende Einwirkung der Luft geschützt werden, zusammenfliessen. Ohne Noth darf man jedoch die Schlackenzuschläge nicht zu sehr vermehren, weil dies nur auf Kosten eines grössern Brennmaterialaufwandes geschehen kann.

§. 34. Luft und Wasser. Diese beiden Substanzen wirken oft in ähnlicher Weise, als die Zuschläge, auf die Erze; ihre Haupteinwirkung, namentlich die der ersteren, findet jedoch auf die Brennmaterialien statt. Wirkung derselben.

Die Luft enthält 23% Sauerstoff dem Gewichte und 20,8% dem Volumen nach. 1 preuss. Cubkf. Luft von 0° C. und 28" Barom. = 658,37 Gran = 0,08562 Pfd. pr. und 1 Pfund Luft von 0° und 28" Barom. = 11,68 Cubikfuss und bei 15° C. = 12,4 Cubikfuss. 1 Liter = 1000 Cubikcentimeter Luft von 0° C. und 760^{mm} = 1,293685 Gramm. Luft.

1 Cubikm. Luft wiegt = $1,709 \cdot \frac{h}{1 + 0,00374 \cdot t}$ Kilogr., wenn h den Barometerstand und t die Temperatur der Luft nach *Celsius* bezeichnet. Die Luft ist 772mal leichter, als das Wasser, ihr mittlerer Druck auf 1 preuss. Quadratzoll beträgt 15 Pfund und eine Luftsäule von 76 Par. Fuss = 10944 Par. Linien hält einer Quecksilbersäule von 1 Lin. das Gleichgewicht. (Ueber den Wassergehalt der Luft siehe §. 76.)

Das Wasser besteht aus 88,89% Sauerstoff und 11,11% Wasserstoff. 1 Cubikfuss bei 12° R. wiegt 66 Pfd. preuss., 1 Cubikcentimeter bei 4,1° C und 28" Barom. = 1 Gramm. Wasser.

1 Cubikfuss Wasser von 15° R. gibt 1686 Cubikfuss Wasserdampf, 1 Liter Wasser = 1 Kilogr. gibt 1700 Liter Wasserdampf von 100° C.

1 Liter Wasserdampf wiegt bei 0° Temperatur und 76 Cent. Barometerstand = 0,80559 Gramm.

Das Wasser kommt bei metallurgischen Prozessen in Dampfform zur Wirkung, indem es sich zerlegt und entweder der eine seiner Bestandtheile oder beide sich mit den Bestandtheilen des Erzes etc. verbinden, wie bei der Röstung von Schwefelungen¹⁾, Speisen²⁾, schwefelkies- Anwendung des Wassers.

¹⁾ *Erdm.*, Journ. f. pr. Ch. X, 129; LVII, 254. — Bgwfd. VII, 109.

²⁾ *Erdm.*, Journ. f. pr. Ch. LVII, 254. B. u. hm. Ztg. 1853. Nr. 33.

haltigen Eisensteinen¹⁾, beim Herdfrischen²⁾, beim Pudeln³⁾; beim Abtreiben des Werkbleies⁴⁾ u. dergl. m.

Der Gebläseluft beigemengt, kühlt der Wasserdampf den Schachtofen ab, vermehrt die Brennmaterialconsumtion und verringert die Production (§. 76), dagegen wirkt eine mit einer nicht zu grossen Quantität Wasserdampf vermischte Luft bei Rostfeuerung und bei den Gasgeneratoren vortheilhaft, indem sich das Wasser innerhalb des Schür- oder Verbrennungsraumes zersetzt und der freigewordene Wasserstoff gewöhnlich im Flammenraume verbrennt. Dieser Vortheil wird besonders dann von Bedeutung, wenn entweder das angewandte Brennmaterial keine lange Flamme gibt (magere Steinkohlen, Anthracit), oder wenn dessen Flamme in Bezug auf die betreffende Ofenconstruction zu kurz ist.⁵⁾ Wasserdampf über glühende Kohlen geleitet, gibt nach *Bunsen*⁶⁾ ein Gasgemisch von constanter Zusammensetzung, nämlich

$$H = 56,52 \text{ Thl.} = 4 \text{ vol.}$$

$$C = 28,71 \text{ „} = 2 \text{ „}$$

$$O = 14,77 \text{ „} = 1 \text{ „}$$

Nach *Eck's*⁷⁾ Versuchen zur Königshütte in Oberschlesien übte mit Wasserdämpfen vermischte Gebläseluft beim Verschmelzen einer schwefelkieshaltigen Eisensteinbeschickung einen günstigen Einfluss auf die Qualität des Roheisens aus, desgl. bei einem Frischversuche zur Silberner Hütte⁸⁾ bei Clausthal.

¹⁾ Polyt. Centr. 1854. p. 37.

²⁾ *Merbach*, Anwendung der erwärmten Gebläseluft. 1840. p. 84. Bgwfd. IV, 422.

³⁾ Bgwfd. VII, 150; XIV, 379.

⁴⁾ *Karst.*, Arch. 2. R. XXV, 577.

⁵⁾ *Scheerer*, Met. I, 524. Bgwfd. VI, 142; VII, 239.

⁶⁾ Ann. d. Chem. u. Pharm. LXXXV, 150.

⁷⁾ *Liebig*, *Pogg. u. Wöhler*, Handwörterb. d. Chem. 1842. p. 726 unter „Eisen“.

⁸⁾ B. u. hm. Ztg. I, 326.

Drittes Kapitel.**Von den Brennmaterialien.**

§. 35. Allgemeines. Brennmaterialien¹⁾ nennt man diejenigen Substanzen, welche im practischen Leben zur Erzeugung von Wärme angewandt werden. Sie kommen entweder natürlich im Pflanzenreiche (Holz) und Steinreiche (Torf, Braunkohle, Steinkohle) vor, oder sie werden aus diesen rohen Brennstoffen durch Erhitzen bei mehr oder weniger Abschluss von Luft (Verkohlen, Verkoken) künstlich dargestellt (Holz- und Torfkohle, Coks von Braunkohlen und Steinkohlen, brennbare Gase). Die natürlichen oder rohen Brennmaterialien bestehen im Wesentlichen aus Kohlenstoff, Wasserstoff, Sauerstoff und gewissen unorganischen Substanzen und geben beim vollständigen Verbrennen Kohlensäure und Wasser unter Zurücklassung der unorganischen Substanzen als Asche. Durch Erhitzen bei Luftabschluss (trockene Destillation) setzen sich die Atome der einzelnen Elemente in den Brennstoffen um, sie folgen den Gesetzen der Verwandtschaft; es verbindet sich zunächst der Sauerstoff mit dem Wasserstoff zu Wasser und die alsdann von beiden überschüssig bleibende Gasart mit Kohlenstoff entweder zu Kohlenoxydgas und Kohlensäure oder zu Kohlenwasserstoff, welche Verbindungen theils als mehr oder weniger brennbare Gase entweichen, theils sich zu Flüssigkeiten (Theer, Essigsäure etc.) verdichten lassen. Niemals ist von Sauerstoff und Wasserstoff so viel überschüssig vorhanden, dass sämmtlicher Kohlenstoff in gasartige Verbindungen verwandelt wird, es bleibt immer ein Theil

Begriff.

Vorkommen.

Zusammensetzung.

Verhalten bei erhöhter Temperatur.

¹⁾ Die Lehre von den Brennmaterialien ist ausführlich behandelt in *Scheerer's Metallurgie*, I. 135. *Knapp*, chem. Technologie, I. 6. *Neuer Schauplatz der Bergwerkskunde*, Bd. XIV. *Fritzsche*, die Brennstoffe u. ihre Anwendung. Neustadt 1847. *Valerius*, Handb. der Roheisenfabrikation, deutsch von *Hartmann*. Freiberg bei Engelhardt, 1851. p. 114. *Ergänzungsheft dazu*, 1853. p. 25. *Valerius*, Handb. d. Roheisenfabr., deutsch v. *Hartmann*. Freiberg bei Engelhardt, 1845. p. 1.

desselben als Kohle oder Coks mit den Asche gebenden Bestandtheilen vereinigt zurück, und zwar um so mehr, je niedriger man beim Verkohlen die Temperatur hält und je weniger rasch sie steigt. Die Gewinnung dieser Kohle ist der Zweck des Verkohlens im Grossen. *Ebelmen*¹⁾ hat die in den verschiedenen Verkohlungsperioden entstehenden Gase analysirt, aus ihrer Zusammensetzung auf die dabei stattfindenden Vorgänge geschlossen und daraus practische Regeln für die Verkohlung abgeleitet.

Verbrennungs-
erscheinungen.

Wegen Unvollkommenheit der Feuerungsvorrichtungen findet bei metallurgischen Prozessen gewöhnlich keine vollständige Verbrennung der festen rohen Brennmaterien statt, vielmehr verbindet sich an deren Oberfläche zunächst der am leichtesten oxydable Bestandtheil, der Wasserstoff, mit dem Sauerstoff der Luft, die dabei entwickelte Hitze wirkt auf das Innere der festen Stücke verkohlend ein und in Folge dessen treten daraus brennbare Gase hervor. Diese entzünden sich und bilden die Flamme, während der zurückbleibende nicht flüchtige Kohlenstoff sich allmählig mit Sauerstoff verbindet und Glühfeuer gibt. Ein Brennmaterial entzündet sich um so leichter und brennt um so besser mit einer langen Flamme fort, je mehr Wasserstoff es enthält.

Zuweilen lässt man Brennmaterialien, wenn sie direct nicht vortheilhaft verwandt werden können, bei beschränktem Luftzutritt unvollkommen verbrennen, fängt die entwickelten noch brennbaren Gase, hauptsächlich Kohlenoxydgas, weniger Kohlenwasserstoff und Wasserstoff, auf und wendet sie, mit Luft gemengt, bei metallurgischen Prozessen zu verschiedenen Zwecken an.

Hierauf beruht die Eintheilung der Brennmaterialien in feste und gasförmige.

Entstehung der
foss. Brennm.

Fossile Brennstoffe nennt man die im Steinreiche vorkommenden, welche durch Umwandlung des Holzes durch Vermoderungs- und Verwesungsprozesse entstanden sind.²⁾

¹⁾ Bgwfd. VII, 209, X, 161.

²⁾ *Knapp*, chem. Techn. I. 15. *Bischoff*, Lehrb. d. chem. u. physik. Geologie, II. 1755.

Die docimastische Untersuchung¹⁾ der Brennmateri- Docimast. Un-
tersuchung der
Brennmat.
lien erstreckt sich auf die Beobachtung ihres Verhaltens im offenen Feuer und beim Verkohlen, sowie auf die Bestimmung ihres Gehaltes an Asche, hygroskopischem Wasser und Schwefel, ihres specifischen Gewichts und ihres Wärmeeffectes.

§. 36. Wärmeeffect. Die beim Verbrennen einer gewissen Quantität Brennmaterial erzeugte Wärme lässt sich ihrer Menge nach (Brennkraft, absoluter und specifischer Wärmeeffect) und ihrem Grade nach (Heizkraft, pyrometrischer Wärmeeffect) messen, und beides gibt den Wärmeeffect derselben. Verschiedene
Arten.

Bezieht man die Brennkraft auf den Preis des Brennstoffes, so erhält man daraus dessen Brennwerth.

A. Bestimmung der Wärmemenge oder Brennkraft.

Da man für die Wärme kein bestimmtes Maass hat, Definition.
so lässt sich ein absoluter Werth für die aus verschiedenen Brennstoffen entwickelten Wärmemengen nicht angeben, und man muss sich deshalb darauf beschränken, die relativen Wärmemengen zu bestimmen, also zu ermitteln, um wieviel die aus einem Brennmaterial darstellbare Wärmemenge die aus einem andern zu erzeugende übertrifft. Bezieht man diese Angaben auf ein bestimmtes Gewichtsquantum Brennmaterial, so ist dadurch der absolute, wenn auf ein bestimmtes Volumen, der specifische Wärmeeffect bestimmt.

1) Absoluter Wärmeeffect. Zur Bestimmung des- Bestimmung des
absol. W. E.
selben sind folgende Methoden gebräuchlich:

a) *Rumford's Methode*.²⁾ Es wird diejenige Gewichtsmenge Wasser von 0° C ermittelt, welche von 1 Gewichtstheil verschiedener Brennmaterialien beim vollständigen Verbrennen bis zu 100° C erhitzt wird. Danach bringt

¹⁾ *Bodemann's Probirkunst*, 1845. p. 328. *Baer*, Untersuchungen verschiedener Brennmaterialien. *Liebig*, Jahrb. 1847/48. p. 1112; 1850. p. 688; 1851, p. 733.

²⁾ *Rumford*, über die Wärme. Berlin 1805. *Erdm.*, Journ. f. ök. Ch. II. 339.

1 Gewichtsthl. Wasserstoff 236 Thle. Wasser von 0 auf 100° C

1 " " Kohlenstoff 78 " " " " " "

1 " " Holzkohle 75 " " " " " "

Um zu finden, wie viel Gewichtstheile Wasser von einem bestimmten Quantum verschiedener Brennmaterialien um 1° C erwärmt werden, braucht man obige Verhältnisszahlen nur mit 100 zu multipliciren, nämlich

1 Gewichtsth. Wasserst. erw. 23600 Gewichtsth. Wasser um 1° C

1 " " Kohlenst. " 7800 " " " " " "

1 " " Holzkohle " 7500 " " " " " "

Man nennt diese Verhältnisszahlen Wärmeeinheiten. Diese stellen demnach diejenigen relativen Wärmemengen dar, welche erforderlich sind, um die Temperatur eines gewissen Gewichtsquantums Wasser, gewöhnlich 1 Pfd., um 1° C zu erhöhen. Von verschiedenen Autoren werden diese Zahlen verschieden angegeben.¹⁾

Dividirt man obige Zahlen durch 7800, um sie zu vereinfachen und den absoluten Wärmeeffect des Kohlenstoffs = 1 zu erhalten, so ergibt sich:

Kohlenstoff = 1

Wasserstoff = 3,03

Holzkohle = 0,96,

wonach ein Brennmaterial um so mehr Wärme liefert, je mehr Wasserstoff es enthält.

b) *Karmarsch's Methode.*²⁾ Derselbe bestimmt diejenige Wassermenge, welche von 1 Pfd. verschiedener Brennmaterialien in Dampf verwandelt wird. In dieser Weise sind auch die von *Brix*³⁾ zusammengestellten, in neuester Zeit ausgeführten Versuche zur Ermittlung des Heizwerthes der wichtigeren Brennstoffe des preussischen Staats angestellt, indem ermittelt wurde, wie viel Pfund

¹⁾ *Berzelius*, Jahresber. 1846. p. 23; 1848. p. 1. B. u. h. Ztg. 1847. p. 401. *Scheerer*, Met. I. 381.

²⁾ Mittheilungen des Gewerbevereins für das Königreich Hannover. 1835. 5. Lief. p. 311.

³⁾ *Brix*, Untersuchungen über die Heizkraft der wichtigeren Brennstoffe des preussischen Staates. Berlin 1853. Im Auszuge in den Mitth. d. Gew.-Ver. d. Königr. Hannover, 1853. p. 201. *Polyt. Centr.* 1854. p. 113. *Dingl.*, CXXXI. 64. B. u. h. Ztg. 1854. p. 5.

Wasser von 0° durch 1 Pfd. Brennmaterial in Dampf von 88—92° R. verwandelt werden.

c) *Berthier's Methode*.¹⁾ Sie beruht auf folgenden Thatsachen: 1 Gewichtstheil Wasserstoff bedarf, stöchiometrischen Grundsätzen zufolge, zur Umwandlung in Wasser 3mal so viel Sauerstoff, als 1 Gewichtstheil Kohlenstoff zur Bildung von Kohlensäure. Da sich nun nach der *Rumford'schen Methode* (pag. 73) die aus Wasserstoff und Kohlenstoff entwickelten Wärmemengen wie 3 : 1 verhalten, so folgt daraus, dass die absoluten Wärmeeffecte des Kohlenstoffs und Wasserstoffs in geradem Verhältniss stehen zu den bei ihrer Verbrennung gebrauchten Sauerstoffmengen (*Welter'sches Gesetz*, welches indessen durch neuere Untersuchungen wesentlich modificirt ist).²⁾ *Berthier* ermittelt nun die Sauerstoffmengen, welche bestimmte Gewichtstheile verschiedener Brennstoffe zum vollständigen Verbrennen bedürfen, dadurch, dass er dieselben mit Bleiglätte erhitzt, wo dann die reducirten Bleimengen das Verhältniss der verbrauchten Sauerstoffquantitäten und somit den absoluten Wärmeeffect darstellen.

1 Reiner Kohlenstoff reducirt 34 Thle. Blei

1 Wasserstoff	"	104	"	"
---------------	---	-----	---	---

Ergab der Versuch einen Bleikönig von m Gewichtstheilen, so ist der absolute Wärmeeffect des angewandten Brennmaterials im Vergleich zu dem der reinen Kohle $= \frac{m}{34}$

und in Wärmeeinheiten ausgedrückt $= 78 \cdot 100 \cdot \frac{m}{34} = 230 \cdot m$.

Practische Erfahrungen, sowie theoretische Berechnungen haben dargethan, dass das *Berthier'sche* Verfahren, welches sehr leicht auszuführen ist, vermöge eines constanten Fehlers um ungefähr $\frac{1}{9}$ hinter der Wahrheit zurückbleibt. *Forchhammer*³⁾ hat *Berthier's* Methode verbessert.

¹⁾ *Berthier's Handb. d. met.-analyt. Chem. Deutsch von Kersten.*
I. 207. *Bodem., Probirkunst*, pag. 333.

²⁾ Scheerer's Metallurgie, I. 380 und 283.

³) Bgwfd. XI. 30.

d) Berechnung aus der Elementaranalyse.¹⁾ Diese sehr genaue Resultate liefernde Methode beruht darauf, dass man die Sauerstoffmengen berechnet, welche die durch die Elementaranalyse ermittelten Bestandtheile eines bestimmten Quantum Brennmateriale bei vollständiger Verbrennung aufnehmen würden. Dieselben geben alsdann nach dem *Welter'schen* Gesetze den absoluten Wärmeeffect an.

*Scheerer*²⁾ legt bei Aufstellung von Formeln zur Berechnung des absoluten Wärmeeffects die chemische Zusammensetzung der Brennmateriale zum Grunde.

Ausser den angeführten Methoden gibt es noch einige, z. B. von *Laplace* und *Lavoisier*, *Dalton*, *Marcus Bull* u. A., welche aber kaum noch Anwendung finden dürften.

Definition.

2) Specifischer Wärmeeffect. Man versteht darunter diejenigen relativen Wärmemengen, welche gleich grosse Volumina verschiedener Brennmateriale liefern, und erhält denselben durch Multiplication des absoluten Wärmeeffects mit dem specifischen Gewichte des Brennstoffes.

Beispiel. Man hat bisher bei einer Flammenfeuerung für eine bestimmte Arbeit 3 Mltr. Fichtenholz à 80 Cbkfss. = 240 Cbkfss. verbraucht. Wie viel Balgen Obernkircher Steinkohlen à 3 Cbkfss. werden diese Holzmenge ersetzen, wenn der Rost zweckmässig umgeändert wird und

1 Theil Fichtenholz 14,5 Thle. Blei reducirt,

1 „ Steinkohle 31,0 „ „ „ und

das spec. Gewicht des Fichtenholzes = 0,472 und

„ „ „ der Steinkohle = 1,279 ist?

Die specif. Wärmeeffecte des Fichtenholzes und der Steinkohle verhalten sich wie die Producte ihrer absoluten Wärmeeffecte in das specifische Gewicht, also wie $14,5 \cdot 0,472 : 31,0 \cdot 1,279 = 6,84 : 39,64$.

¹⁾ *Knapp*, chem. Techn. I. 57. *Erdm.*, Journ. f. pr. Chemie LIII, 425; — Ueber die Elementarzusammensetzung verschiedener Holzarten. *Dingl.*, CIV, 99; CV, 54.

²⁾ *Scheerer*, Metallurgie, I, p. 139.

Es werden hiernach 6,84 Volum. Steinkohlen durch 39,64 Vol. Fichtenholz ersetzt oder 240 Cbkfss. von letzterem durch $\frac{240 \cdot 6,84}{39,64} = 41,4$ Cubikfss. oder 13,8 Balgen Obernkircher Steinkohlen.

Da der nach der Theorie sich ergebende absolute und specifische Wärmeeffect sich in Wirklichkeit nicht erreichen lässt (was der Fall wäre, wenn die entwickelte Wärmemenge gänzlich von dem zu erheizenden Körper aufgenommen würde), so muss man sich damit begnügen, demselben möglichst nahe zu kommen und zu diesem Zwecke vor Allem auf eine möglichst vollständige Verbrennung des Brennmaterials (durch Hervorbringung eines zweckmässig geleiteten Luftzuges, durch Vorwärmen des Brennmaterials oder der Verbrennungsluft etc.), sowie besonders darauf Bedacht zu nehmen, dass ein möglichst kleiner Theil der Wärme an andere Körper, als den zu erheizenden abgegeben wird. In letzterer Hinsicht empfehlen sich als Wärmebeförderungsmittel das Austrocknen der Oefen, der Beschickung, des Brennmaterials und der Verbrennungsluft, eine zweckmässige Auswahl des Brennmaterials, gehörige Zerkleinerung des zu erheizenden Körpers, zweckmässige Ofenconstruction und Regulirung der Verbrennungsluft.

Der theoret. W. E. wird in der Praxis nicht erreicht.

Mittel zur Erhöhung des W. E.

Es ist in der Praxis unausführbar, dass die ganze aus dem Brennmaterial entwickelte Wärmemenge von dem zu erheizenden Körper vollständig absorbirt wird, vielmehr entweicht immer ein verhältnissmässig grosser Theil Wärme unbenutzt aus den Oefen und lässt sich noch auf verschiedene Weise verwenden ¹⁾ (Benutzung der Gichtflamme und der Gichtgase, der von den Ofenwänden etc. abgeleiteten und ausgestrahlten Wärme zum Trocknen des Brennmaterials, der Beschickung etc.).

B. Bestimmung des pyrometrischen Wärmeeffects oder der Heizkraft.

Der Wärmegrad, den ein Brennstoff beim Verbrennen liefert, hängt ausser von seiner Qualität hauptsächlich von

Definition.

¹⁾ Lampad., Fortschr. p. 49.

der Zeit ab, in welcher er verbrennt und diese wiederum von seinem Wasserstoffgehalte, seiner Porosität und dem Grade der Zerkleinerung.

Bestimmung
des pyrometr.
W. E.

Es gibt verschiedene Methoden, denselben zu ermitteln, nämlich

1) durch Berechnung. *Scheerer*¹⁾ berechnet den pyrometrischen Wärmeeffect nach Formeln mit Zugrundelegung des absoluten Wärmeeffects, der relativen Gewichtsmenge und der specifischen Wärme der aus dem Brennstoffe entwickelten Verbrennungsproducte, und gibt denselben beispielsweise wie folgt an:

Kohlenstoff in Sauerstoff = 9873° C, in Luft 2458° C,
wenn er zu Kohlensäure verbrennt;

Kohlenstoff in Luft 1310° C, wenn er zu Kohlenoxydgas
verbrennt;

Kohlenoxydgas in Sauerst. = 5316° C, in Luft 2121° C,

Kohlenwasserst. (CH)_n „ = 6308° „ „ „ 2290° „

„ „ (CH²) „ „ = 4766° „ „ „ 1935° „

Wasserstoff „ „ = 4073° „ „ „ 2080° „

Hieraus geht hervor, dass kohlenstoffreiche (verkohlte) Brennmaterialien²⁾ einen grösseren pyrometrischen Wärmeeffect liefern, als die wasserstoffreicheren flammbaren rohen Brennstoffe, während in Betreff des absoluten Wärmeeffects das Umgekehrte stattfindet. Dies hat seinen Grund darin, dass der beim Verbrennen des Wasserstoffs gebildete Wasserdampf eine beinahe 4mal so grosse Wärmemenge aufnimmt, um bis zu einem gewissen Grade erhitzt zu werden, als Kohlensäure.

Es bedarf zur Verbrennung

¹⁾ *Scheerer*, Metallurgie, I. 145. *Brendel*, *Reich*, *Winkler* und *Merbach*, Versuche über die Heizkraft der Brennmaterialien, mit besonderer Rücksicht auf die Anwendung der warmen Luft und der Wasserdämpfe. Eine Beilage zu v. *Herder's* Erläuterungen der vorzüglichsten Apparate zur Erwärmung der Gebläseluft. 1840.

²⁾ *Deville*, über die Hitze, welche bei der Verbrennung der Kohle in der Luft entstehen kann. B. u. h. Ztg. 1853. p. 557.

1 Gewthl. C—2,67 Gewthl. O, um 3,67 Gewth. $\dot{C}$ u. — Gwthl. Wasser zu bilden

1 " C—1,33 " " " 2,33 " $\dot{C}$ " — " " " "

1 " $\dot{C}$ —0,57 " " " 1,57 " $\ddot{C}$ " — " " " "

1 " CH—3,43 " " " 3,14 " $\ddot{C}$ " 1,29 " " " "

1 " CH^2 —4,00 " " " 2,75 " $\ddot{C}$ " 2,25 " " " "

1 " H—8,00 " " " — " — " 9,00 " " " "

1 Volthl. $\dot{C}$ — $\frac{1}{2}$ Volthl. " " 1,00 Volthl. $\dot{C}$ — — — —

1 " H— $\frac{1}{2}$ " " " — — — " 1,00 Volthl. " " "

1 " CH—2 " " " 1,00 " — " 2,00 " " " "

1 " CH^2 —3 " " " 2,00 " — " 2,00 " " " "

Die von *Scheerer* berechneten Wärmeeffecte sind als Maxima anzusehen, und bleibt der wirklich erreichte Effect mehr oder weniger hinter dem theoretischen zurück. Doch lassen die gefundenen Zahlen ohne Weiteres eine Vergleichung der Effecte verschiedener Brennmaterialien zu. Durch eine möglichst vollständige Verbrennung des Brennmaterials bei zweckmässiger Zuleitung von nöthigen Falls vorher erwärmter Verbrennungsluft lässt sich dem nach der Theorie sich ergebenden pyrometrischen Wärmeeffecte nahe kommen. Durch zweckmässige Vorbereitung des Brennmaterials (z. B. durch Pressen des Torfes, Ablagern der Holzkohlen und Coks, nasse Aufbereitung der Steinkohlen und Darstellung mehr oder minder dichter Coks daraus) lässt sich oft der pyrometrische Wärmeeffect steigern, sowie auch wohl durch Einblasen von Wasserdämpfen und besonders dadurch, dass möglichst viele Partikeln des Brennmaterials in einer gegebenen Zeit verbrennen. Letzteres erreicht man durch eine zweckmässige Zerkleinerung des Brennmaterials und die Anwendung von Gebläse- oder Zugluft.

2) Durch Messung mit Pyrometern,¹⁾ welches Verfahren jedoch bei der Unzuverlässigkeit dieser Instrumente keinen Anspruch auf Genauigkeit macht. Auch stellen sich einem solchen Messen oft grosse Schwierigkeiten entgegen.

¹⁾ Literatur über Pyrometer: *Merbach*, Anwendung der erhitzten Gebläseluft im Gebiete der Metallurgie. 1840. p. 289.

Den in der Technik angewandten Pyrometern liegen im Allgemeinen folgende Principe zum Grunde:¹⁾

a) Pyrometer, bei denen die Veränderung des Volumens irgend eines Stoffes zum Maassstabe dient, und zwar

α) Metallpyrometer, wozu nur Metalle genommen werden können, welche sich möglichst gleichförmig bei steigender Temperatur ausdehnen.

αα) Quecksilberpyrometer mit bis 360° C verlängerter Scala gestatten nur einen beschränkten Gebrauch und geben bei Temperaturen über 100° C wegen der ungleichmässigen Ausdehnung des Quecksilbers keine genauen Resultate. Sie werden meist nur zur Bestimmung der Temperatur erhitzter Gebläseluft angewandt.

ββ) Aeltere Metallpyrometer, wohin das um 1769 von *Muschenbrock* angewandte gehört, gestatten wohl die Messung der Ausdehnung der Metalle bei verschiedenen Hitzgraden, geben letztere selbst aber nicht an.

γγ) Neuere Metallpyrometer von *Guyton de Morveau*, *Daniel*, *Neumann* und *Petersen* und *Gibbon* construiert. *Guyton* wendet einen Plantinstab an, welcher mit dem einen Ende auf einer Thonplatte befestigt ist und an diesem der betreffenden Temperatur ausgesetzt wird. Bei der eintretenden Ausdehnung des Stabes drückt dessen freies Ende gegen den kurzen Arm eines Hebels, wodurch dessen langer Arm gedreht wird und als Zeiger auf einem passend angebrachten Gradbogen Ablesungen der Grade möglich macht. Dieser Apparat hat den Uebelstand, dass zugleich mit dem Plantinstabe die Messvorrichtung erhitzt und dadurch verändert und verdorben wird. *Daniel* trennt bei seinem Pyrometer den Messapparat von dem Plantinstab, wodurch zwar ein höherer Grad von Zuverlässigkeit erreicht wird, allein die Unbequemlichkeit, dass die Messung erst, nachdem das Instrument aus dem Feuer genommen, stattfinden kann, sowie auch die unsichere Vorrichtung, welche die stattgehabte Ausdehnung

¹⁾ Bgwfd. X: 497.

des Platins in der Hitze anzeigt, haben diesem Instrumente keinen allgemeinen Eingang verschafft.

Neumann's und *Petersen's* Pyrometer besteht aus zusammengesetzten Stangen von Platin und Eisen und hat eine sonst dem *Guyton'schen* ähnliche Einrichtung, nur sind daran alle auf die Sicherstellung der Resultate influirenden Vorkehrungen getroffen.

Stöhrer's ¹⁾ Pyrometer besteht aus einem Stahl- und Zinkstreifen.

Hierher gehören auch die zur Messung der Temperatur der erhitzten Gebläseluft angewandten Pyrometer, welche aus zwei in einer Kapsel befindlichen zusammengelötheten und spiralförmig aufgewundenen Metallstreifen bestehen. Diese sind an dem einen Ende an der Kapsel befestigt, an dem anderen befindet sich ein mit einem Zeiger versehener senkrechter Stift. Bei einem Temperaturwechsel verändern sich die Windungen der Spirale und bringen so den Zeiger in Bewegung, welcher die betreffenden Temperaturgrade an einer an der Peripherie der Kapsel angebrachten Scala angibt.

β. Thonpyrometer von *Wedgewood* vom Jahre 1782. Die Einrichtung desselben beruht auf dem verschiedenen Grade des Zusammenziehens des Thons in der Hitze. Thoncyliner werden der zu messenden Temperatur ausgesetzt und zwischen 2 divergirende Leisten geschoben, welche mit einer Eintheilung von 240° versehen sind. Je stärker der Thoncyliner erhitzt wurde, um so mehr ist er geschwunden und um so tiefer geht er zwischen den Leisten nieder. Nach *Wedgewood* entspricht der Nullpunkt seiner Scala einer Temperatur von $1077,5^{\circ} \text{F.} = 580^{\circ} \text{C.}$ und jeder Pyrometergrad $132^{\circ} \text{F.} = 73\frac{1}{3}^{\circ} \text{C.}$ Es finden sich jedoch hierüber verschiedene Angaben. Nach *Prechtel* liegt der Nullpunkt bei $1000^{\circ} \text{F.} = 538^{\circ} \text{C.} = 430^{\circ} \text{R.}$, nach *Meissner* bei $1044^{\circ} \text{F.} = 562^{\circ} \text{C.} = 450^{\circ} \text{R.}$, nach *Naumann* bei $1077^{\circ} \text{F.} = 580^{\circ} \text{C.} = 464^{\circ} \text{R.}$, nach *Prechtel* und *Naumann* ist $1^{\circ} \text{Wedg.} = 130\frac{1}{3}^{\circ} \text{F.}$, nach Anderen 139°F. ²⁾

¹⁾ Bgwfd. VII. 463.

²⁾ Die Reduction der Thermometergrade auf die verschiedenen
Kerl, Hüttenkunde.

Dieses Instrument wurde früher allgemein angewandt, ist jedoch immer mehr ausser Gebrauch gekommen, nachdem man die Erfahrung gemacht, dass sich die Thoncylinder auf ganz gleiche Weise zusammenziehen, wenn man sie längere Zeit einer geringeren Hitze oder kürzere Zeit einer höheren Temperatur aussetzt.

γ. Luftpyrometer zuerst von *Schmidt* im J. 1804 in Vorschlag gebracht, von *Petersen* und *Pouillet* vervollkommnet, beruhen darauf, dass man ein Platingefäss mit einer doppelt gebogenen engen Glasröhre in Verbindung bringt, deren Schenkel mit Wasser, Quecksilber oder Schwefelsäure gefüllt sind. Wird das Platingefäss der zu messenden Temperatur ausgesetzt, so dehnt sich die darin enthaltene Luft aus und treibt die Flüssigkeit in dem graduirten Glasschenkel in die Höhe.

b. Pyrometer, welche die Schmelzbarkeit bekannter Metalllegirungen als Maassstab zur Bestimmung der Hitze benutzen.

Hierher gehört das 1827 von *James Prinsep*¹⁾ angegebene Pyrometer, dessen sich auch *Plattner*²⁾ zur Ermittlung der Schmelzpunkte von Hüttenproducten bedient hat. Man erzeugt von verschiedenen Metallen mit genau bekannten Schmelzpunkten Legirungen, deren Schmelzpunkte sich nach der folgenden Formel ermitteln lassen:

$$x = As + Bs'$$

wo x die gesuchte Schmelztemperatur der Legirung bezeichnet, welche in 1 Theil A Theile eines bei s Grad und B Theile eines bei s' Grad schmelzenden Metalles enthält. Indem man nun kleine Quantitäten solcher

Scalen geschieht nach folgenden Formeln, worin n die gegebenen Grade bezeichnet: 1) $nR = \frac{5}{4} nC$. 2) $nR = (\frac{9}{4} n + 32) F$. 3) $nC = \frac{4}{5} n.R$. 4) $nC = (\frac{9}{5} n + 32) F$. 5) $nF = (n - 32. \frac{5}{9}) C$. 6) $nF = (n - 32. \frac{4}{9}) R$. z. B. wie viel Grad nach *Fahr.* sind $30^\circ C$.? Nach 4) $30 C = (\frac{9}{5} . 30 + 32) F = 86^\circ F$.

¹⁾ *Pogg.*, Ann. XIV. 525.

²⁾ *Plattner*, über die Bestimmung der Schmelzpunkte mehrerer Hüttenproducte und der Hitzgrade, bei denen sich verschiedene Silicate bilden. Beilage zu *Merbach's* Anwendung der erwärmten Gebläseluft. Freiberg, 1840. p. 288.

Legirungen mit verschiedenen bekannten Schmelzpunkten auf einer Thonplatte der betreffenden Temperatur während einer gewissen Zeit aussetzt, schmilzt ein Theil der Legirungen, ein anderer nicht und man schliesst daraus auf die an dem fraglichen Punkte herrschende Temperatur.

Dieses Pyrometer ist einfach und bequem anzuwenden und gibt ziemlich genaue Resultate.

Violette ¹⁾ bediente sich eines ähnlichen Verfahrens zur Bestimmung der Temperaturen, bei denen die Verkohlung des Holzes stattfindet. Bis 350° C. wandte er ein Quecksilberpyrometer an, von da ab kleine Stückchen Antimon, Kupfer, Silber, Stahl, Eisen und Platin, welches letztere er in einem besonders vorgerichteten Ofen zu schmelzen vermochte. ²⁾

Auch zum Messen der Temperatur erhitzter Gebläseluft lässt sich dieses Pyrometer anwenden. ³⁾

c. Elektrische Pyrometer. Bei derartigen von *Steinheil* und *Pouillet* angegebenen Pyrometern benutzt man den Einfluss der durch die Hitze erregten Thermoelectricität von im Contact befindlichen verschiedenen Metallen, z. B. Eisen und Platin, auf die Ablenkung einer Magnetnadel als Mittel zur Bestimmung der Hitzgrade, und sollen dieselben sehr zuverlässige Resultate geben.

d. Pyrometer, welche diejenige Temperatur als Maassstab für den zu messenden Hitzgrad nehmen, welche ein der zu messenden Temperatur ausgesetztes Metall einer gewissen Quantität Wasser von bestimmter Temperatur durch Eintauchen ertheilt.

Dieses Princip ist zuerst von *Clement - Desormes* ⁴⁾ benutzt und von *Schwartz* ⁵⁾, sowie in neuester Zeit von

¹⁾ *Dingl.*, polyt. Journ. CXXIII, 117.

²⁾ Ofen zum Schmelzen des Platins mittelst Kohlen. *Dingl.*, CXXVII. 114. B. u. h. Ztg. 1853. p. 537.

³⁾ *Scheerer*, Metallurgie, I, 490. — Neuer Schauplatz d. Bergwerkskunde. XV, 54.

⁴⁾ *Dingl.*, polyt. Journ. Bd. XXXIII, 145.

⁵⁾ *Pogg.*, Ann. XIV, 530.

Wilson ¹⁾ in Anwendung gebracht. Dem Schwartz'schen Verfahren liegt folgende Formel zu Grunde:

$$x = \frac{Q \cdot t'}{P + s} + t,$$

in welcher x die zu suchende Temperatur, Q das Gewicht Wasser von der Temperatur t' vor dem Eintauchen, P das Gewicht des Metalles, s dessen specifische Wärme und t die Temperatur des Wassers nach dem Eintauchen bedeutet.

Zusammenstellung der Wärmeeffecte von Brennmaterialien, der verschiedenen Grade des Glühens und der Schmelzpunkte verschiedener Metalle und Hüttenproducte ²⁾.

	Absoluter Wärmeeffect C = 1	Specif. Wärmeeffect C = 1	Pyrometr. Wärmeeffect. Schmelztempe- rat. Glühgrade
Zinn, Wismuth, Blei, Zink und Antimon schmelzen . . .	—	—	230—512° C.
Anfangendes Glühen . . .	—	—	525
Dunkelrothgluth . . .	—	—	700
Anfangende Kirschrothgluth	—	—	800
Starke Kirschrothgluth .	—	—	900
Rothe Glätte schmilzt . .	—	—	954
Völlige Kirschrothgluth .	—	—	1000
Roh-, Blei- und Kupferstein schmelzen	—	—	1000—1050
Silber schmilzt	—	—	1023
Schwarzkupfer schmilzt . .	—	—	1027
Dunkel Gelbrothgluth . .	—	—	1100
Gold schmilzt	—	—	1102
Kupfer schmilzt	—	—	1173
Helles Glühen	—	—	1200
Weissgluth	—	—	1300
Blei- und Bleisteinschlacke schmelzen	—	—	1315—1330
Rohschlacke schmilzt . .	—	—	1330—1360
Schwarzkupferschlacke schmilzt	—	—	1345

1) *Dingl.*, polyt. Journ. CXXV, 432.

2) *Scheerer*, Metallurgie. I, 378.

	Absoluter Wärmeeffect C = 1	Specif. Wärmeeffect C = 1	Pyrometr. Wärmeeffect. Schmelztempe- rat. Glühgrade.
Eisenhohofenschlacke schmilzt	—	—	1390—1430
Starke Weissgluth . . .	—	—	1400
Gasförmige Brennmaterialien	0,080—0,205	0,00010—0,00027	1450—1850
Blendende Weissglühhitze .	—	—	1500—1600
Gusseisen	—	—	1500—1700
Holz	0,36—0,62	0,14—0,28	1575—1750
Torf	0,37—0,65	—	1575—2000
Stahl	—	—	1700—1900
Braunkohle	0,43—0,85	—	1800—2200
Stabeisen	—	—	1900—2100
Steinkohle mit 5% hydr.			
Feucht. u. 5% Asche .	0,79—0,96	1,06—1,44	2200—2350
Torfkohle	0,33—0,85	—	2050—2350
Holzkohle	0,64—0,97	0,10—0,20	2100—2450
Coks mit nicht über 5% Asche	0,84—0,97	0,33—0,46	2350—2450
Platin	—	—	2534

1. Feste Brennmaterialien.

§. 37. Holz. Das Holz ¹⁾ bestehtBestandtheile
des Holzes.

1) aus Holzfasern, welche die Gefässe desselben constituirt und etwa 96% von dem völlig trockenen Holze beträgt. Sie hat bei allen Hölzern die gleiche Zusammensetzung von 52,65 C., 5,25 H. und 42,10 O. oder besteht nahe aus gleichen Theilen Kohlenstoff und Wasser. Ihre grössere oder geringere Porosität und somit ihr specifisches Gewicht ²⁾ gibt einen Grund ab für die Eintheilung der Hölzer in harte (Eiche, Rothbuche, Weissbuche, Birke, Ulme, Buchsbaum, Nussbaum, Pflaumenbaum, Birnbaum, Kastanie, Esche, Wachholder, Cornelkirsche), halbharte (Ahorn, Akazie, Vogelbeere, Apfelbaum, Erle, Maulbeerbaum, Rosskastanie, Lärche, Kiefer), und weiche (Fichte oder Rothtanne, Weisstanne, Linde, Aspe, Schwarzpappel, Weide). Die weichen Hölzer, namentlich die Nadelhölzer, entzünden sich leichter und

¹⁾ Klein, Beiträge zur physik. technol. Kenntniss d. Holzes. 1838.

²⁾ Ueber das specif. Gewicht der Hölzer. Karmarsch, in Erdm., J. f. pr. Ch. II, 207. — Dingl., polyt. Journ. X, 178.

geben eine längere Flamme als die harten Hölzer, dagegen ein geringeres Glühfeuer. Hierauf beruht die Anwendung derselben zu verschiedenen Zwecken.

2) aus Saft von variabler Zusammensetzung und bei lufttrockenem Holze bis 4% betragend. Von seinen organischen Bestandtheilen hängt die verschiedene Beschaffenheit der Hölzer (Nadelhölzer und Laubhölzer) ab; die unorganischen Bestandtheile bilden beim Verbrennen die Asche¹⁾, welche aus löslichen kohlensauen, schwefelsauen und salzsauen, und wenig kieselsauen und phosphorsauen alkalischen Salzen, sowie aus in Wasser unlöslichen Körpern, hauptsächlich Kalkerde, Magnesia, Eisenoxyd und Manganoxyd an Kohlensäure, Phosphorsäure, Kieselsäure oder Schwefelsäure gebunden, bestehen. Die löslichen Bestandtheile der Asche mehren sich vom Stamme bis zur Frucht, und zwar fast genau um das 8fache. Der Thonerdegehalt der Pflanzenaschen ist noch immer eine Streitfrage.²⁾ Der Aschengehalt des Holzes schwankt zwischen 0,2—5% und beträgt gewöhnlich 1%. Nach *Chevandier*³⁾ gibt durchschnittlich Holz von jungen Stämmen 1,23%, Klafterholz 1,34%, Aeste 1,54% und Reiser 2,27% Asche. Der Saft nimmt Antheil an der Verbrennung, wesshalb geflösstes Holz an Qualität verlieren soll. Nach *Werneck* erleidet 1 Cbfss. Holz beim Flößen bis zu 1 Pfd. Verlust, was aber von anderer Seite bestritten wird.⁴⁾ Nach Versuchen am Unterharze vom Jahre 1853 verlor 1 Malter (80 han. Cbfss.) gesundes 60jähriges Fichtenholz, 4 Monate nach dem Hauen genommen, bei 3½ wöchentlichem Flößen 6,25% an Volumen und durch Nachtrocknen noch 1,08%. — Von dem

¹⁾ *Sprengel*, über die feuerfesten Bestandtheile des Holzes. *Schweig. Seydell*, Journ. I, 183. *Erdm.*, Journ. f. ökon. Ch. XIII, 382. — *Fresenius* u. *Will*, üb. den Aschengehalt d. Vegetabilien. Pharm. Centr. 1844. p. 453. — *Berthier*, Untersuchung der Asche von verschiedenen Holzarten in *Karst.*, Arch. I R. XIV, 419; Dessen met. analyt. Ch. I, 136.

²⁾ *Lieb.*, Jahresber. 1847—48. p. 1097.

³⁾ *Ibid.*, p. 1098.

⁴⁾ *Dingl.*, polyt. Journ. CXV, 155.

ursprünglichen Gewicht eines Malters = $1478\frac{1}{2}$ Pfd. gingen $22,8\%$ dem Gewichte nach verloren. Das nicht im Wasser gewesene Holz hatte durch Nachtrocknen bis zum lufttrockenem Zustande an Volumen nichts, am Gewichte $17,5\%$ verloren. 1 Malter Holz von $1748\frac{1}{2}$ Pfd. Gewicht verdampfte nach dem Flößen 2910 Pfd. Wasser, oder 1 Pfd. Holz 1,969 Pfd. Wasser; ferner 1 Malter Holz zu $1472\frac{1}{2}$ Pfd. ungeflösst verdampfte 3194 Pfd. Wasser oder 1 Pfd. Holz 2,169 Pfd. Wasser, wonach 100 Pfd. geflößtes Holz soviel wirken als 90,77 Pfd. ungeflößtes Holz, oder das Holz verlor beim Flößen auf mechanischem Wege und durch Auslaugen $9,23\%$ an seiner Brennkraft.

3) aus hygrokopischem Wasser¹⁾, welches in frischgefälltem Holze $20-50\%$, in völlig lufttrocknem Holze $18-20\%$ beträgt. Gewöhnliches Brennholz, an der Luft getrocknet, enthält noch $20-25\%$ Wasser. Das Holz wird vor seiner Verwendung gewöhnlich 1—2 Jahre an der Luft ausgetrocknet und kann dann zu metallurgischen Prozessen verwandt werden, welche keine zu hohe Temperatur, nicht über 1000° C., erfordern. Soll mittelst Holzes eine höhere Temperatur ($1700-2100^{\circ}$ C.) hervor gebracht werden, so muss es gedarrt werden. Dies geschieht entweder dadurch, dass man das Holz in der Nähe von Schmelzöfen, auf deren Gewölben oder auf darüber angebrachten Hängevorrichtungen aufschichtet, oder dazu eigene Vorrichtungen, Darröfen, Darrkammern anwendet, zu deren Heizung bis auf etwa 100° C. man gewöhnlich die aus anderen Oefen verlorengelende Wärme benutzt.²⁾

¹⁾ Ueber den Wassergehalt des Holzes: *Schübler u. Neuffer in Erdm., J. f. ök. u. techn. Ch. VII, 35. — Chevandier, Polyt. Centr. 1847. p. 292.*

²⁾ Ueber das Darren des Holzes: *Erdm., J. f. ök. u. techn. Ch. XVI, 275. Erdm., J. f. pr. Ch. XXIV, 116. — Karst., Arch. I. R. III, 139, 189; XVI, 225. — Bgwfd. III, 27, 111; IV, 81, 485; XII, 639. — B. u. h. Ztg. 1843. p. 58 u. 444. — Tunner's Jhrb. III, 407. — Ann. d. min. III. sér. tom. IX, 449; XIII, 217; XVIII, 647. — Abbildungen von Darröfen: *Le Blanc u. Walter's Eisenh. I, 233. Taf. 9. — Hartmann, über den Betrieb d. Hohofen mit erhitzter Luft. 4 Hft. p. 76, Taf. 3—5. — Neuer Schaupl. d. Bergwkde.**

Zusammen-
setzung des
Holzes.

Man kann lufttrockenes Holz zusammengesetzt betrachten aus 18—20% hygroskopischem Wasser und 82—80% Holzsubstanz, oder — da die Holzsubstanz aus der Hälfte Kohlenstoff und der andern Hälfte Sauerstoff und Wasserstoff in dem Verhältniss, wie sie Wasser bilden, besteht, — aus 40% Kohle incl. Asche, 40% chemisch gebundenem Wasser und 20% hygroskopischem Wasser. Beim Erhitzen bis zu 120° C. entweicht das hygroskopische Wasser und es bleibt gedarrtes Holz von der Zusammensetzung: 50% Kohle incl. 1% Asche und 50% chem. gebundenes Wasser zurück.

Wärmeeffect
des Holzes.

Der Wärmeeffect ¹⁾ und das specifische Gewicht der verschiedenen Holzarten ergibt sich aus der nachstehenden Zusammenstellung.

	Wärmeeffect			1 Gwthl. Holz reducirt Blei C = 34 Blei	1 Gwthl. Holz erwärmt von 0°—100° C. Wasser	Specif. Gew.
	Absol.	Specif.	Pyrom.			
Lufttrocknes Holz mit 20% hydr. Feuchtigk.	0,36	—	1575° C.	—	35	—
Halbgedarrtes Holz mit 10% hydr. Feuchtigk.	0,41	—	1675 "	—	—	—
Gedarrtes Holz . . .	0,47	—	1750 "	—	—	—
Weissbuche, lufttrocken	—	0,28	—	12,5	31	0,770
Steineiche	—	0,26	—	14,05	24—30	0,708
Esche	—	0,24	—	14,50	30—35	0,670
Ahorn	—	0,23	—	14,16	36	0,645
Rothbuche	—	0,24	—	14,00	33—36	0,591
Kiefer	—	0,20	—	13,27	—	0,550
Weide	—	0,19	—	13,10	—	0,487
Fichte	—	0,19	—	13,88	28—37	0,472
Linde	—	0,18	—	14,48	34—40	0,439
Schwarzpappel . .	—	0,14	—	13,04	34—37	0,387
Birke	—	0,23	—	14,08	—	0,627
Tanne	—	0,19	—	13,86	—	0,481

XIV, 34, Taf. 1, Fig. 4—10. — *Le Play*, Grundsätze, welche die Eisenhüttenwerke mit Holzbetrieb und die Waldbesitzer befolgen müssen, um den Kampf gegen die Hütten mit Steinkohlenbetrieb erfolgreich zu bestehen, deutsch v. *Hartm.* Freiberg bei Engelhardt. 1854. p. 172.

¹⁾ *Petot's* Ermitteln in *Berth.*, met. anal. Ch. Deutsch v. *Hartm.* I, 240.

Aus dieser Tabelle geht hervor, dass die absoluten Wärmeeffecte der verschiedenen Holzsorten nahe gleich gross sind und desshalb die specifischen Wärmeeffecte von Holzarten mit gleichem Wassergehalte sich wie die specif. Gewichte derselben verhalten.

Da man die Hölzer meist dem Volumen nach kauft, so geben die specifischen Gewichte derselben direct ihren verhältnissmässigen Werth an.¹⁾ Man muss jedoch beim Einkaufen auf die leeren Räume Rücksicht nehmen, deren Summe zum ganzen Volumen des Haufens in einem bestimmten Verhältniss zu stehen pflegt. So rechnet man nach *Knapp* vom Inhalt einer Klafter (6 Fuss lang und 6 Fuss hoch) $\frac{1}{5}$ auf die leeren Räume; Stockholz lässt noch einmal so viel Zwischenräume, so dass 2 Klafter Stockholz = 1 Klafter Scheitholz und 4 Klafter Knüppelholz = 3 Klfr. Scheitholz. 100 Cubikfuss Holz enthalten 70 Scheitholz, 60 Knüppelholz, 50 Stockholz und 25 Cubikfuss Reisig. Nach *Landet* betragen die leeren Räume $\frac{1}{8}$, $\frac{1}{6}$, ja selbst $\frac{1}{5}$ von dem ganzen Inhalte, und nach *Marcus* sind vom eingeschlagenen Holze nur 56% wirkliche Holzmasse, nach *Karmarsch* $\frac{2}{3}$. Auf den Oberharzer Hütten ist ausgemittelt, dass 1 Malter Fichtenröstholz 80 hannov. Cubikfuss Rauminhalt und 50 Cubikfuss feste Holzmasse, à Cbkfss 28 Pfd., enthält. 1 hannov. Cbkfss. lufttrockenes Fichtenholz wiegt durchschnittlich 26 Pfd. 1 Malter Laubscheitholz zu 80 Cbkfss. enthält 48 Cbkfss. feste Holzmasse à 45,24 Pfd.

Werth
des Holzes.

Das Holz wird grösstentheils bei Siede- und Röstprozessen angewandt, ferner bei Schmelzungen in Flammöfen, seltener in Herd- und Schachtöfen, z. B. bei Puddelöfen, im Eisenfrischherd, in Eisenhohöfen²⁾, im amerika-

Anwendung
des Holzes.

¹⁾ Ueber den Werth der Holzarten: *Petersen* und *Schödler* in *Erdm. J. f. pr. Chemie.* VIII, 321. — *Winkler*, ibid. XVII, 65. — *Robinet* im *Polyt. Centr.* 1851. p. 1430. — *Landet* im *Polyt. Centr.* 1854. p. 530.

²⁾ *Erdm.*, J. f. ök. und techn. Ch. XII, 337; XIV, 416; XVII, 471. *Erdm.*, J. f. pr. Ch. II, 337; VI, 231. — *Dingl.*, polyt. J. LXI, 480; LXIV, 235, 397; LXVIII, 441; LXIX, 142. — *Bgwfd.* I, 356; II, 501; IV, 485; V, 193; VIII, 375. — *Karst.*, Arch. XII, 408; XXV.

nischen Bleiherde.¹⁾ Auch erzeugt man daraus brennbare Gase, namentlich aus Abfällen, Tannzapfen, Reisig u. dgl.²⁾ Man hat bei Benutzung des Holzes in der Technik unter anderen folgende Erfahrungen gemacht:

Practische
Erfahrungen.

1) Der Hessische Gewerbeverein hat ermittelt, dass bei Kesselfeuerungen 1 Pfd. zwei Jahr gefälltes Buchenholz 2,075 Pfd. Wasser von 0° verdampft; nach *Berthier* sollte der Theorie nach gutes Brennholz $4\frac{1}{2}$ —5 Pfd. Wasser von 0° verdampfen, in der Praxis, z. B. bei Salinen, werden aber nur $2\frac{1}{2}$ —3, höchstens $3\frac{1}{2}$ Theile verdampft. Auf den Unterharzer Siedewerken verdampft 1 Pfd. Holz 2,495—2,838 Pfd. Wasser. Nach *Karsten* wirken bei Siedeprozessen 1,6 Gewthl. Holz = 1 Steinkohle = 2,5 Torf, und 1 Vol. Steinkohle = 4 Vol. Holz = 4 Vol. Torf; bei höheren Temperaturen z. B. in Flammöfen 1 Gewthl. Steinkohle = 2,6 Theile Holz und 1 Vol. Steinkohlen = 7 Vol. Holz. 1 Gewichtsth. Holz verdampft bei zweckmässiger Feuerung 3— $3\frac{1}{2}$ Gewthl. Wasser bei der gewöhnlichen Temperatur der Atmosphäre.

2) Auf der Saline Artern³⁾ ergab sich bei Probe-siedungen, dass 1 Klfr. Eichenholz, = 108 Cbfss., ebensoviel leistet als:

1,04599 Klafter halb Eichen-, halb Kiefernholz.

1,12469 „ Saalflossholz.

1,14949 „ Kiefern.

8,49839 Schock Wellen à 30,625 Cbksfss.

3,49839 Tonnen Löbejüner Steinkohlen à 12288 Cbkzll.

4,19996 „ Wettiner „ „ „ „

— B. u. h. Zeitg., 1842. p. 324; 1843, p. 441. u. p. 545; 1842. p. 481. — *Le Blanc*, Eisenh. II, 107; IV, 51, 69. — *Valerius*, Handb. d. Stabeisenfabrik. Deutsch v. *Hartmann*. Freibg. bei Engelhardt, 1845. p. 213. — *Le Play*, Grundsätze, welche die Eisenhüttenwerke mit Holzbetrieb und die Waldbesitzer befolgen müssen, um den Kampf gegen die Hütten mit Steinkohlenbetrieb erfolgreich führen zu können. Deutsch v. *Hartmann*. Freiberg bei Engelhardt, 1854.

¹⁾ B. u. h. Ztg. 1854. p. 22.

²⁾ B. u. h. Ztg. 1849. Nr. 6; 1851, p. 469; 1852, p. 610. — *Le Blanc*, Eisenh. IV, 71.

³⁾ Bgwfd. VIII, 235.

13,73767	Tonnen Riestädter Braunkohlen in Stücken.
18,73799	„ trockene Voigtstädter Braunkohlen in St.
18,96319	„ gemischte „ „ „
19,01323	„ gewöhnliche „ „ „

3) Nach *Karmarsch* ¹⁾ wirken 1000 Cbkfss. Fichtenholz = 650 Buchen- oder Föhren- = 680 Birken- und 900 Erlenholz; oder 1 Klfr. Fichtenholz von 2600 Pfd. Gewicht und 144 Cbkfss., welches nach Abrechnung der nahe zu $\frac{1}{3}$ anzunehmenden Zwischenräume 100 Cbkfss. wirkliche Holzmasse enthält = $\frac{2}{3}$ Klfr. Buchen- oder Birken- = $\frac{7}{8}$ Klafter Föhren = 1 Klfr. Erlenholz. 1 Pfd. Holz verdampft durchschnittlich 3,5356 Pfd. Wasser.

4) Nach *Londet* ²⁾ ergibt sich der Werth der dem Volumen nach angekauften Brennmaterialien aus dem Producte ihres absoluten Wärmeeffectes (ihrer Erwärmungskraft) und des Gewichtes einer gewissen Maasseinheit.

Diese beiden Factoren haben bei den verschiedenen Brennmaterialien folgende Werthe:

	Erwärmungskraft	Gewicht 1 Cubik- meters in Kilogr.
Steineiche (Scheitholz)	10000	380
Rothbuche (Scheitholz)	9941	380
Eiche, beide Varietäten gemischt (Scheitholz)	9763	371
Weissbuche (Scheitholz)	9490	370
Stieleiche (Scheitholz)	9448	359
Birke (Scheitholz)	9392	338
Weissbuche (Scheite und Stöcke gemischt)	9260	381
Birke (Scheite und Stöcke gemischt)	9224	332
Birke (Stöcke)	8836	318
Tanne (Stöcke)	8587	312
Eiche (beide Varietäten gemischt)	8342	317
Rothbuche (Stöcke)	8214	314
Erle (Scheitholz)	8127	293
Erle (Scheite und Stöcke gemischt)	8070	291
Weissbuche (Stöcke)	8030	313

¹⁾ Mittheilgn. d. Gew.-Ver. f. d. Königr. Hann. 1835, p. 314; 1853, p. 213, 277.

²⁾ Polyt. Centr. 1854, p. 531.

	Erwärmungs- kraft	Gewicht 1 Cubik- meters in Kilogr.
Rothbuche (Aeste)	7953	304
Tanne (Aeste)	7898	287
Erle (Stöcke)	7849	283
Fichte (Stöcke)	7808	283
Fichte (Aeste)	7752	281
Weissbuche (Aeste)	7644	298
Tanne (Scheitholz)	7624	377
Weide (Scheite und Stöcke gemischt)	7584	285
Birke (Aeste)	7473	269
Weide (Aeste)	7344	276
Espe (Scheite und Stöcke)	7290	273
Eiche (beide Varietäten gemischt)	7288	277
Fichte (Scheitholz)	7064	256
Holzkohle	7000	
Torf bei 100° getrocknet	4800	
Torf mit 20% Wassergehalt	3600	
Torfkohle	5800	
Mittlere Steinkohle	7500	
„ „ mit 15% Asche	6000	
Holz bei 100° getrocknet	3600	

In der Industrie ist die Nutzleistung der Hölzer nicht immer ihrer Erwärmungskraft proportional, indem beispielsweise beim Erhitzen eines Kessels und beim Verdampfen des darin enthaltenen Wassers diejenigen die vortheilhaftesten sind, welche die meiste Flamme geben. In dieser Rücksicht stehen die Hölzer in folgender Ordnung:

Maulbeerbaum	100	Birke	68
Kiefer	89	Tanne	63
Rothbuche und Esche	87	Akazie	59
Weissbuche	85	Linde	55
Elsbeerbaum	82	Espe	51
Steineiche	75	Erle	46
Lärche und Ulme	72	Weide	40
Sommereiche	70	Italien. Pappel	39

Bei Zugrundelegung obiger Zahlen lässt sich der Werth der Brennmaterialen ermitteln, wie aus folgendem Beispiele hervorgeht.

Das Cubikmeter Holz der Sommereiche koste 7 Frs., es soll der Werth der Rothbuche (Aeste) ermittelt werden.

Da die Verhältnisszahl der Erwärmungskraft der Eiche 9448, die der Rothbuche 7953 und das Gewicht eines Cubikmeters derselben resp. 359 und 304 ist, so stehen die Werthe beider Hölzer in dem Verhältnisse von $9448 \cdot 359 : 7953 \cdot 304 = 3391832 : 2427712$, und wird somit 1 Cubikmeter Buchenholz werth sein

$$\frac{2427712 \cdot 7}{3391832} = 5 \text{ Fr. 1 Cent.}$$

5) Nach *Petot* ¹⁾ gelten folgende Erfahrungssätze: Wird beim Verbrennen guten trocknen Holzes, so wie der daraus entwickelten Gase, aller Sauerstoff der Verbrennungsluft absorbirt, so entsteht eine Wärme von 1683° C., und wenn nur die Hälfte Sauerstoff verbraucht wird, von 960° C.; frisch geschlagenes Holz gibt unter gleichen Umständen resp. 1337 und 820° C.; Holz 1 Jahr lang an der Luft getrocknet resp. 1534 und 909° C.

6) Das Strahlungsvermögen des Holzes ist verschieden nach der davon vorhandenen grösseren oder geringeren Menge. Bei kleinen Stücken beträgt die strahlende Wärme ziemlich constant $\frac{1}{3}$ der durch die Gasarten fortgerissenen und $\frac{1}{4}$ von der ganzen entwickelten Wärmemenge, bei Holzkohle und Steinkohle $\frac{1}{2}$ und bei Torf und Torfkohle $\frac{5}{12}$.

7) Nach den neuesten und sehr genauen Versuchen des Vereins zur Beförderung des Gewerbefleisses in Preussen verdampfen die verschiedenen Holzsorten bei guten Feuerungsvorrichtungen im Grossen folgende Quantitäten Wasser: ²⁾

¹⁾ *Berthier*, met. analyt. Ch. I, 240.

²⁾ *Brix*, Untersuchungen über die Heizkraft der wichtigsten Brennstoffe des Preuss. Staats. Berlin, 1853. — Mitthl. des Gew.-Ver. f. d. Königr. Hann. 1853. p. 207.

	Wasser- gehalt	Aschengehalt des		Gewicht 1 Klafters = 108 Cbfss. in Pfund	Durch 1 Pfd. Brennma- terial werden in Dampf von 88—92° C. verwan- delt Pfd. Wasser von 0° R.	
		ungetr.	trocknen Materials		Ungetr. Holz	Getr. Holz
	%	%	%			
Altes Kiefernholz . .	16,1	1,92	2,29	2650	4,13	5,11
Junges „ . .	19,3	1,73	2,15	2500	3,62	4,77
„ „ trockner	15,6	0,46	0,55	2500	3,69	4,55
Ellernholz . . .	14,7	0,95	1,11	2335	3,84	4,67
Birkenholz . . .	12,3	1,00	1,14	2780	3,72	4,39
Eichenholz . . .	18,7	1,13	1,39	3125	3,54	4,60
Rothbuchenholz altes .	22,2	1,43	1,84	3100	3,39	4,63
„ „ jüngeres .	14,3	1,39	1,62	3100	3,49	4,25
Weissbuchenholz . .	12,5	2,17	2,48	3100	3,62	4,28

Zweck der Holz-
 verkohlung. §. 38. Holzkohlen. Mit der Verkohlung des Hol-
 zes bezweckt man sich der die Hitze absorbirenden Be-
 standtheile zu entledigen und den Kohlenstoff, welcher
 einen bedeutenden pyrometrischen Wärmeeffect gibt, zu
 concentriren. Diese die Hitze absorbirenden Bestand-
 theile sind das hygroskopische Wasser und der im Holze
 enthaltene Sauerstoff, welcher beim Verbrennen des
 Holzes die Bildung von so viel Wasser verursacht, dass
 die Hitze dadurch bedeutend herabgestimmt wird. Die
 Arten der Verkohlung. Verkohlung geschieht entweder bei beschränktem Zutritt
 der Luft unter beweglichen Decken (in Meilern, und
 zwar in stehenden (italienischen) oder liegenden Meilern ¹⁾,

¹⁾ v. Berg, Anleitung zum Verkohlen des Holzes. 1830. — Meyer,
 Berechnung der Kohlenmeiler. 1833. — Freitag, die Holzköhlerei
 besonders in der Grafschaft Stolberg. Wernigerode, 1831. —
 Mayerhofer, über die Verkohlung mit Gebläseluft. B. u. h. Ztg.
 II, 20. — Af Uhr, Anleitung zur vortheilhaften Verkohlung des
 Holzes in stehenden und liegenden Meilern. Aus dem Schwed.
 übersetzt v. Blumhof. Giessen 1820. — Dingl., VII, 264; XXIV,
 280; XXVII, 404; XXXVIII, 463; LII, 320; LXI, 237; LXII, 387;
 LXVIII, 209. — Köhlerei zu Elend am Harze, Stud. d. Gött.
 Ver. III, 65, zu Rheinhardswalde, IV, 59. — Sächsische Köh-
 lerei, Erdm., J. f. ök. u. techn. Ch. VII, 47; VIII, 137; IX, 430.
 — Italien. Methode: Ann. de min. 3. sér. XI, 351. — Dietrich,
 über Verkohlung des Holzes in stehenden Meilern. 1847. —
 Klein, desgl. 1836.

und in Haufen ¹⁾) oder unter unbeweglichen Decken (in Meileröfen und Gruben ²⁾), oder ganz bei Abschluss von Luft (in Retorten, Röhren oder Cylindern ³⁾), zuweilen mittelst erhitzter Luft, oder mit Gichtgasen ⁴⁾), oder Wasserdämpfen ⁵⁾), oder mit Anwendung von Gebläseluft. ⁶⁾)

Die Holzverkohlung bei Zutritt von Luft liefert weniger Kohlen und lässt die Auffangung der flüchtigen Verkohlungsprodukte ⁷⁾ (Holzessig, Theer) nur in geringem Maasse zu, wird jedoch zur Darstellung von Kohlen zu metallurgischen Zwecken meist angewandt; geschlossene Oefen geben zwar eine grössere Ausbeute an Kohlen und gestatten die Auffangung der flüchtigen Verkohlungsprodukte, erfordern aber einen nicht unbedeutenden Aufwand eines eigenen Brennmaterials zur Hervorbringung der Verkohlungstemperatur, fassen verhältnissmässig nur geringe Quantitäten Holz und liefern leichte, wegen ihres grossen Gehalts an flüchtigen Substanzen leichtverbrennliche Kohlen.

Ueber die chemischen Vorgänge beim Verkohlen des Holzes haben in neuerer Zeit besonders *Ebelmen* ⁸⁾ und *Violette* ⁹⁾ ausgezeichnete Arbeiten geliefert.

Das Ausbringen ¹⁰⁾ an Kohlen in Meilern beträgt je nach der Temperatur und der Schnelligkeit des Ver-

Kohlenaus-
bringen.

¹⁾ *Af Uhr*, deutsch von *Blumhof*. Giessen 1820.

²⁾ *Kavanko*, die chines. Holzverkohlung in Gruben. Bgwfd. IV, 552.

³⁾ Bgwfd. IV, 497. — *Dingl.*, LXX, 236. — *Lampad.*, Fortschr. 1839, p. 31.

⁴⁾ *Dingl.*, LXIV, 392. — *Ann. d. min.* 3. sér. IX, 173. — B. u. h. Ztg. 1842. p. 266 u. 288.

⁵⁾ Bgwfd. VII, 410. — B. u. h. Ztg. III, 43. — *Dingl.*, LXXXVIII, 347. — *Polyt. Centr.* 1849. p. 538.

⁶⁾ B. u. h. Ztg. 1843. p. 20.

⁷⁾ *Weeke*, Tabelle über die Producte der Destillation des Holzes. *Dingl.*, XXXI, 473. — Holzessiggewinnung aus Meilern zu Freiberg und am Harz. *Lamp.*, Fortschr. 1839. p. 30. — *Polyt. Centr.* 1851, 1282; 1853, p. 317, 1016, 1515.

⁸⁾ Bgwfd. VII, 209, X, 161; B. u. h. Ztg. III, 505.

⁹⁾ *Dingl.*, CXXIII, 117. *Polyt. Centr.* 1852, p. 355; 1854 p. 361.

¹⁰⁾ *Dingl.*, XXXV, 396; Bgwfd. III, 1,433; *Erdm.*, J. f. ök. u. techn. Ch. VIII, 137; *Lamp.*, Fortschr. 1839, p. 27; *Jahrb. f. d. sächs.*

kohlens 25—27 % dem Gewichte und höchstens 80 % dem Vol. nach, der wirklichen Masse nach aber bis 65 %. Beim Verkohlen schwindet das Holz in der Länge 10—12 %.¹⁾

Die stehenden Meiler auf dem Harze von 50—70 Mltr. (4000—6000 Cubikf.) Inhalt geben durchschnittlich folgendes Ausbringen: Bei Buchenscheitholz: dem Gewichte nach 20—22 %, dem Volumen nach 50—54,5 %; bei Fichtenscheitholz: dem Gewichte nach 23—25 %, dem Volumen nach 60—72,5 %; bei Fichtenstockholz: dem Gewichte nach 21—25 %, dem Volumen nach 50—65,3 %; bei Fichtenknüppelholz: dem Gewichte nach 20—23,6 %, dem Volumen nach 41,7—50,0 %; bei Astholz: dem Gewichte nach 19—22 %, dem Vol. nach 38—48 %. Zu einer Karre Kohlen = 10 Maass à 10 hann. Cubikf. gehen $2\frac{1}{4}$ Mltr. à 80 Cubikf. Fichtenbaumholz, $2\frac{1}{2}$ Mltr. Buchenbaumholz, 3 Mltr. Fichtenstückenholz und 4 Mltr. Eichen- und Buchenknüppelholz.

Arten von
Kohlen.

Der Grösse nach theilt man die Meilerkohlen in:

- 1) Stück-, Grob-, Lese- oder Ziehkohlen, die grössten und dichtesten Stücke.
- 2) Schmiedekohlen, dichte Stücke, aber nur von Faustgrösse.
- 3) Quandelkohlen, aus der Nähe des Quandels, kleine undichte Stücke.
- 4) Kohlenklein, Grösekohlen, Lösche, Kläre, ganz kleine Stücke bis Staub.²⁾
- 5) Brände, rohe oder rothe Kohle, unvollständig verkohlte Stücke, die wieder zur Verkohlung kommen.

Man stellt die Rothkohlen für manche Zwecke absichtlich dar.³⁾

Berg- u. Hüttenmann. 1829. p. 146. Weniger, der practische Schmelzmeister. Carlsbad. 1851. p. 36.

¹⁾ Bgwfd. III, 433.

²⁾ Kohlenlösch mit Lehmwasser angefeuchtet und getrocknet als Brennmaterial. Polyt. Centr. 1849. p. 532. — Anwendung von Kohlenstaub zum Hohofenbetrieb. Bgwfd. X, 535. — Darstellung von brennbaren Gasen aus Kohlenlösche. B. u. h. Ztg. 1852. p. 611. — *Le Blanc*, Eisenh. IV, 71.

³⁾ *Dingl.*, LXVIII, 209; LXIX, 396; CIX, 137; CX, 189. — Bgwfd.

Gute Holzkohlen (Schwarzkohlen) sind völlig schwarz, glänzend, haben einen muscheligen Bruch und bei einem etwas geringeren Volumen die Structur des Holzes, klingen, färben wenig oder gar nicht ab, verbrennen ohne Rauch und in kleinen Stücken ohne Flamme, indem sie sich nach *Berthier* bei 240° C., nach *Reich* bei 280° C., nach *Violette* bei 370° C. entzünden.

Eigenschaften
der Kohlen.

Nach *Violette*¹⁾ bestehen selbst beim Schmelzpunkte des Platins erzeugte Kohlen nicht aus reinem Kohlenstoff, sondern aus

Zusammen-
setzung der
Kohlen.

Kohlenstoff	96,517
Wasserstoff	0,623
Sauerstoff	0,936
Asche und Verlust	1,946

Die Zusammensetzung der Fichtenkohle unmittelbar nach der Verkohlung, welche bei der Antimon-Schmelztemperatur ausgeführt wurde, ist folgende:

Kohlenstoff	81,97
Wasserstoff	1,96
Sauerstoff	15,25
Asche	1,16

Nimmt man an, dass die Kohlen beim Liegen an der Luft 16% Feuchtigkeit und Luft absorbiren, so ändert sich ihre Zusammensetzung um in

Kohlenstoff	70,45
Wasserstoff	1,68
Sauerstoff	13,10
Asche	1,00
Luft und Feuchtigkeit	13,76

Gewöhnliche Holzkohlen enthalten durchschnittlich 3% Asche und im gelagerten Zustande 10—20%, durchschnittlich 12% hygroskopisches Wasser. Gelagerte Kohlen besitzen nach *Werlich*²⁾ einen grösseren spec. Wärmeeffect, als die frischen. Frische Kohlen entzünden sich leichter, heizen aber weniger als gelagerte.

I, 468. — *Erdm.*, J. f. pr. Ch. VI, 223. — *Ann. d. min.* 3 sér.

XIII, 487; XVI, 657; — *Hausm.*, Stud. IV, 388.

¹⁾ *Dingl.*, CX, 189; CXXI, 102; CXXIII, 117, 132.

²⁾ *Bgwfd.* III, 513. *Scheerer*, I, 522.

Kerl, Hüttenkunde.

Wärmeeffect
der Kohlen.

Der Wärmeeffect und das specifische Gewicht¹⁾ verschiedener Holzkohlen ergibt sich aus der folgenden Tabelle:

	Wärmeeffect C=1			1 Gewicht- theil Kohle redu- cirt Blei	1 Gewthl. Kohle erwärmt Wasser von 0—100° C.	Specif. Gew.
	Absol.	Specif.	Pyrom.			
Schwarzkohle lufttr. mit 3% Asche und 12% hygr. Wasser	0,97	—	2450	—	Im Durchschnitt 75,7 Theile	—
Schwarzkohle völlig trocken mit 3% Asche	0,84	—	2350	—		—
Birkenkohle " " " " "	—	0,20	—	33,71		0,203
Eschenkohle " " " " "	—	0,19	—	—		0,200
Rothbuchenkohle " " " " "	—	0,18	—	33,57		0,187
Rothtannenkohle " " " " "	—	0,17	—	33,51		0,176
Ahornkohle " " " " "	—	0,16	—	—		0,164
Eichenkohle " " " " "	—	0,15	—	33,74		0,155
Erlenkohle " " " " "	—	0,13	—	32,4		0,134
Lindenkohle " " " " "	—	0,10	—	32,79		0,106
Fichtenkohle " " " " "	—	—	—	33,53		—
Weidenkohle " " " " "	—	—	—	33,49		—

Nach dieser Tabelle steht bei wasserfreien Holzkohlen der specifische Wärmeeffect im geraden Verhältniss zu ihren specifischen Gewichten und ist geringer, als der der entsprechenden Hölzer, und zwar ist die Differenz um so grösser, je mehr das Holz beim Verkohlen schwindet.²⁾

Nach *Rumford* ist das specifische Gewicht der Holzkohle von dem specifischen Gewichte des Holzes, woraus sie bereitet worden, in der Art abhängig, dass das specifisch leichtere Holz auch die specifisch leichtere Kohle gibt; *Hassenfratz's* und *Werther's* Versuche haben indess er-

¹⁾ Bgwfd. XI, 214; Polyt. Centr. 1847. p. 295. *Dingl.*, XIV, 135; XVIII, 377.

²⁾ *Winkler*, über den relativen Werth verschiedener Hölzer und Holzkohlen. *Erdm.*, J. f. pr. Ch., XVII, 65. *Deville*, über die Hitze, die bei Verbrennung der Kohlen in der Luft entstehen kann. Polyt. Centr. 1853. p. 694. *Erdm.*, J. f. pr. Ch., LVIII, 319.

geben, dass die Kohlen von weichen Hölzern zum Theil schwerer sind, als solche von harten Hölzern.¹⁾

In der Praxis haben sich in Betreff der Leistungen der Holzkohlen folgende Erfahrungen herausgestellt:

Practische
Erfahrungen.

1) Bei gleichem Volumen erzeugen harte Kohlen mehr Hitze als weiche; gewöhnlich rechnet man 1 Maass harte Kohlen = $1\frac{1}{2}$ Maass weichen; bei gleichem absoluten Gewichte differiren die Heizeffecte beider wenig, wenn schon die weichen gewöhnlich mehr Wirkung hervorbringen, indem sie poröser sind und leichter verbrennen.

2) Bei gleichem Gewichte besitzt die Holzkohle ein mehr als doppelt so grosses Heizvermögen als das Holz; bei gleichem Volumen ist der Unterschied weniger gross, indessen immer ansehnlich.

3) Nach *Karsten* wirken beim Eisenhohofenbetriebe mit erhitzter Luft

100 Vol. Holzkohlen = 40 Vol. Cokes,

100 Pfd. „ = 125 Pfd. „

beim Umschmelzen des Roheisens im Kupolofen

100 Vol. Holzkohlen = $22\frac{1}{4}$ Vol. Cokes,

100 Pfd. „ = $83\frac{1}{3}$ Pfd. „

4) *Fyfe* über die verdampfende Kraft verschiedener Kohlen, *Erdm.* J. f. pr. Ch. XXVI, 192. — Leistung der Holzkohlen gegen Cokes beim Freiburger Bleischmelzen. *Jahrb. f. d. sächs. Berg- und Hüttenmann.* 1831. p. 142. Ersetzung der Holzkohlen durch Torf beim Glättfrischen. *Ibid.* 1840. p. 86.

5) Bei Mitrechnung der Zwischenräume wiegt nach *Knapp* 1 hess. Cubikf. Buchenkohle aus Scheitholz 8 bis 9 Pfd., desgl. aus Knüppelholz 7—7,5 Pfd., Kohle von Eichenscheitholz 7—8 Pfd., von Knüppelholz 6—6,5 Pfd., von den weichen Hölzern 4,5—5,5 Pfd., von Nadelholz 5,5—7 Pfd. hess. Auf den Oberharzer Hütten ist 1 hann. Cubikf. harte Kohlen = $10—10\frac{1}{2}$ Pfd., weiche = $6—6\frac{1}{2}$ Pfd. hann. Eine preuss. Tonne Kiefernkohlen = 3 Scheffel = 7,111 Cubikf. = 64 Pfd.

¹⁾ *Erdm.*, J. f. pr. Ch., LXI, 21; *Polyt. Centr.* 1854. p. 248.

Storch, die specifische Schwere der Holzkohlen als Maassstab ihrer Qualität. *Polyt. Centr.* 1847. p. 295.

Nach *Karsten* wiegt incl. der Zwischenräume 1 Cubikf. Kiefernkohlen 11—11,6 preuss. Pfd., Eichen- und Buchenkohlen gemengt 14—15 Pfd. Nach *Bergwerksfreund IX*, 154 wiegt 1 Cubikf. Fichtenkohle = 7—8½ Pfd., Tannenkohle 7—9 Pfd., Lerchenkohle 8—9½ Pfd., Birkenkohle 8—10 Pfd., Föhrenkohle 8½—10 Pfd., Buchenkohle 11—13 Pfd., Eichenkohle 12—15 Pfd.

6) Nach *Karmarsch*¹⁾ verdampft 1 Pfd. hann. Buchenkohle 118 Loth Wasser bei Versuchen im Kleinen. Nach den vorhandenen Erfahrungen beträgt die ganze beim Verbrennen von 1 Pfd. Kohle entwickelte Wärme so viel, als nöthig ist, um 13 Pfd. = 416 Loth Wasser von 18° R. zu verdampfen; mithin ist wenig über ¼ der erzeugten Wärme hier wirklich benutzt worden. Bei einer im Grossen gut angelegten und aufmerksam geleiteten Kesselfeuerung kann man den Wärmeverlust durchschnittlich auf ⅙ — ⅕ anschlagen, wonach 1 Pfd. Holzkohle 10½ Pfd. = 336 Loth Wasser wirklich verdampft.

7) Nach den Versuchen des Vereins zur Beförderung der Gewerbthätigkeit im Königreich Preussen²⁾ verwandelt 1 Pfd. Kiefernholzkohle mit 10,5 % Wasser und 2,70 % Asche durchschnittlich 6,78 Pfd. Wasser von 0° in Dampf von 88—92° R. und bei 3,02 % Aschengehalt und völliger Austrocknung 7,59 Pfd. Wasser von 0° in Dampf von 88—92° R.

Torfbildung.

§. 39. Torf. Der Torf³⁾ erzeugt sich noch jetzt vor unsern Augen durch Vermodern und Verwesen der beim Wechsel der Jahreszeiten in stagnirenden Gewässern absterbenden und zu Boden sinkenden Pflanzen. Je weiter diese Zersetzungsprozesse vorschreiten, desto mehr wird der Kohlenstoffgehalt im Torfe angereichert, desto dunkler wird seine Farbe und desto mehr geht die ursprüngliche

¹⁾ Mitthlgn. des Gew. Ver. f. d. Königr. Hann. 1835. p. 313.

²⁾ Mitthlgn. des Gew. Ver. f. d. Königr. Hannover. 1853. p. 207.

³⁾ *Moser*, Torfbetrieb und Torfbenutzung aus eigenen Erfahrungen dargestellt. 1840. *Mayer*, der Torf in seiner Wichtigkeit für Deutschland. 1841. *Papius*, die Lehre vom Torfe. 1845. *Döhla*, kurze practische Anleitung über Torf etc. 1837. *Wieck*, Torfbüchlein. 1839. Bgwfd., I, 313; II, 450; IV, 193. *Dingl.*, XXXIV,

Textur der Pflanzen verloren. Nach dem Alter lässt sich der Torf nach *Karmarsch*¹⁾ eintheilen in

Torfarten.

1) jungen Torf mit entschieden hervortretender organischer Structur, von weisser, gelber, brauner oder schwarzer Farbe;

2) alten Torf mit dunkelbrauner bis pechschwarzer Farbe, fast ohne Spuren von organischer Textur, selten mit Einschlüssen von schwerzerstörbaren holzigen Theilen, und zwar: entweder Erdtorf mit erdiger Bruchfläche oder Pechtorf mit muscheligem Bruche.

Die Qualität dieser einzelnen Torfsorten ergibt sich aus der nachstehenden Zusammenstellung:

Qualität der Torfarten.

Torfarten	1 Cubikf. hannöv. wiegt Pfd. hann.	Specifisches Gewicht	1 Pfd. verdampft Wasser Loth	1 Cubikfuss verdampft Wasser Pfd.	Aschen- gehalt ‰
Weisser und gelber Torf (Rasentorf)	6—14	0,113—0,263	49—61	11,28—23,37	0,5—1,5
Brauner u. schwarzer Torf (Faser-, Wurzel-, Blätter- und Holztorf)	13—36	0,24—0,676	52—73	23—67	0,5—14
Erdtorf	22—48	0,41—0,90	53—72	57—58	1,25—39
Pechtorf	33—55	0,62—1,03	58—73	57—59	1—8

Multiplicirt man die in der dritten Spalte aufgeführten, mittelst eines kleinen einfachen Kesselapparates gefundenen Heizwerthe mit $2\frac{1}{4}$ und dividirt das Product durch 1,1932, so ergibt dies die Wassermenge von 0° R., welche durch 1 Pfund Torf im Grossen in gut eingerichteten Dampfkesseln in Dampf von 90° R. verwandelt wird, nämlich von Rasentorf 2,89—3,59 Pfd., Wurzel- und Holztorf 3,09—4,33 Pfd., Erdtorf = 3,13—4,29 Pfd. und Pechtorf 3,42—4,33 Pfd.

75. *Erdm.*, J. f. pr. Ch., IV, 8; VI, 217; VIII, 459; XIII, 160; XIV, 408; XVI, 486, 244; XVII, 16; XVIII, 344; XXIV, 274, 408. *Karst.*, Arch. XI, 379. Ueber Gewinnung und Benutzung des Torfs in Baiern. München, bei Wolf. 1839. *Walland*, über Torf, dessen Gewinnung, Trocknung und Verkohlung. B. u. h. Ztg. 1854. p. 43.

¹⁾ Mitthlgn. des Gew. Ver. f. d. Königr. Hannover. 1835. p. 311; 1840. p. 56; 1853. p. 211 u. 273.

oder durchschnittlich resp. 3,35 Pfd., 3,80 Pfd., 3,69 Pfd., und 3,91 Pfd. Wasser.¹⁾

Nach der Gewinnungsart zerfallen die Torfsorten in Stechtorf²⁾, Streichtorf und Baggertorf.³⁾

Zusammen-
setzung des
Torfes.

Der frischgestochene Torf ist sehr wasserreich, er kann durch Trocknen an der Luft 45 % und darüber an Gewicht verlieren. Im lufttrocknen Zustande besteht er durchschnittlich aus 75 % fester Torfmasse incl. 1 — 2 % Asche und 25 % hygroskopischem Wasser; der hygroskopische Wassergehalt kann bis 50 % steigen.

Karmarsch nimmt den Wassergehalt im völlig lufttrocknen Torfe zu $\frac{1}{6}$ seines Gewichts an. Da die feste Torfmasse durchschnittlich 60,63 % Kohlenstoff, 6,04 % Wasserstoff und 33,32 % Sauerstoff, oder, wenn man sich allen Sauerstoff mit Wasserstoff zu Wasser verbunden denkt, 60 % Kohlenstoff, 2 % Wasserstoff und 38 % chemisch gebundenes Wasser enthält, so hat der lufttrockene Torf folgende Zusammensetzung:

45,0 Kohlenstoff
1,5 Wasserstoff
28,5 chemisch gebundenes Wasser
25,0 hygroskopisches Wasser.

Die Torfasche, deren Menge 1 — 30 % betragen kann, enthält, zum Unterschiede von der Holzasche, weniger lösliche Bestandtheile und keine Alkalien, dagegen Phosphorsäure⁴⁾; Schwefelsäure und Kieselsäure an Kalkerde, Thonerde, Eisenoxyd und Magnesia gebunden. Der Torf von hohen Plateaux pflegt die wenigste Asche zu geben. Die Oberharzer Torfsorten⁵⁾ enthalten 0,5 — 5 % Asche.

¹⁾ Mitthlgn. des Hann. Gew. Ver. 1853. p. 213.

²⁾ Bgwfd. V, 459, 484. Irländ. Torf. B. u. h. Ztg. 1854. p. 167.

³⁾ Mitthlgn. des Hann. Gew. Ver. 1846. p. 78. Polyt. Centr. 1851. p. 149. *Dingl.*, CV, 88. Bgwfd. II, 217.

⁴⁾ *Dingl.*, CIII, 232.

⁵⁾ Torf auf dem Oberharze: *Holzmann*. Hercyn. Archiv 1805. p. 611; *Zimmermann*, Harzgebirge, I, 314. Bgwfd. IX, 207. *Kerl*, Oberharzer Hüttenprozesse. 1852. p. 18.

Die Brauchbarkeit des Torfes hängt hauptsächlich von seinem Aschen- und Wassergehalte ab. Die mehr oder weniger vollständige Entfernung des Wassers geschieht

Vorbereitung
des Torfes.

1) durch Trocknen¹⁾ an der Luft im Freien oder unter luftigen Schuppen. Der beste lufttrockene Torf enthält noch 25 % hygroskopisches Wasser;

2) durch Darren²⁾ bei Anwendung einer Temperatur von 100—120° C. in verticalen oder besser in horizontalen Kammern³⁾ entweder durch eine eigene Feuerung oder durch die verlorengelassene Hitze bei einer anderen Feuerung.

Der Torf verliert beim Darren an 40 % von seinem Gewicht und fast 50 % von seinem Volumen und ist sehr hygroskopisch. Seine Zusammensetzung ist dann 60 Kohlenstoff, 2 Wasserstoff und 38 chemisch gebundenes und hygroskopisches Wasser.

3) Durch Pressen⁴⁾, wodurch sein pyrometrischer Wärmeeffect vermehrt und die Transportkosten vermindert werden, dagegen aber Verlust an Brennstoff und gewöhnlich nicht unbedeutende Presskosten entstehen, mag das Pressen durch Hand-, Thier-, hydraulische oder Dampfkraft geschehen.

Der Wärmeeffect des Torfes ergibt sich aus der folgenden Tabelle:

Wärmeeffect
des Torfes.

	Wärmeeffect	
	Absol.	Pyrom.
Nicht völlig lufttrockener Torf mit 30 % hydr.		
Feuchtigkeit und 10 % Asche	0,37	1575°C.
Bester lufttrockener Torf mit 25 % hydr. Feuchtigkeit ohne Asche	0,47	1750°C.
Gedarrter Torf ohne hydr. Feuchtigkeit und mit 15 % Asche	0,55	1975°C.
Bester gedarrter Torf ohne hydr. Feuchtigkeit und ohne Asche	0,65	2000°C.

¹⁾ *Erdm.*, J. f. pr. Ch., LXXVI, 184; Bgwfd. III, 117; VI, 145; VIII, 112; IX, 351; XI, 113; XIII, 820. Mitthlgn. des Hann. Gew. Ver. 1840. p. 149.

²⁾ Bgwfd. III, 117; IX, 483. *Dingl.*, CXV, 418.

³⁾ Irländisches Verfahren. Mitthlg. d. Hann. Gew. Ver. 1846. p. 71.

⁴⁾ *Polenz*, Beschreibung der patentirten Torfpresse. 1836. *Eresby*,

Nach *Berthier* reducirten französische Torfsorten 8—15,3 Theile Blei und erwärmten 18,1—34,6 Theile Wasser von 0°—100° C.; nach *Winkler*¹⁾ erzgebirgische Sorten resp. 11,9—18,8 Theile Blei und 26,9—42,6 Wasser; nach *Griffith* irländische Sorten resp. 25—27 Theile Blei und 56,6—62,7 Wasser, nach letzterem gepresster Torf 13,7 Blei und 28,0 Wasser. Die Oberharzer Torfsorten reduciren bei 0,5—5% Aschengehalt 11—18 Theile Blei.

Practische
Erfahrungen.

In der Praxis sind bei Anwendung von Torf folgende Erfahrungen gemacht worden:

1) Nach *Karmarsch* sind ihrem absoluten Wärme-effect nach

1000 Pfd. gelber Torf = 946 Pfd. lufttr. Fichtenholz

„ „ brauner „ = 1076 „ „ „

„ „ Erdtorf = 1040 „ „ „

„ „ Pechtorf = 1107 „ „ „

1000 Cubikf. gelber Torf = 332 Cubikf. Fichtenholz

„ „ brauner „ = 897 „ „ „

„ „ Erdtorf = 1446 „ „ „

„ „ Pechtorf = 1843 „ „ „

Mit den Resultaten der *Karmarsch'schen* Versuche über die Heizkraft der Torfarten stimmen die von dem Verein für Gewerbsthätigkeit im preussischen Staate erhaltenen nahe überein. 1 preuss. Klafter Torf = 138,4 Cubikf. = 2200—3800 Pfd. preuss.

2) Auf Dubliner Dampfschiffen hat man beobachtet, dass 51 Pfd. guter Torf 1 Cubikf. Wasser verdampfen und 7,61 Pfd. Torf 1 Pfd. Cokes ersetzen.

3) Nach *Williams*²⁾ sind dem Gewichte nach 2 Theile Torf = 1 Theil Steinkohle, und dauert ersterer halb so

das Pressen des Torfes und die dabei angewandten Maschinen. 1839; *Dingl.*, III, 42; LXVII, 34. Bgwfd. IV, 167, 155, 193, 465; V, 300; VI, 92, 93; VII, 92, 426; VIII, 112; IX, 193, 541. B. u. h. Ztg. 1846. p. 586. Mitthlgn. d. hann. Gew. Ver. 1838. Lief. 5. *Erdm.*, J. f. pr. Ch., LI, 102. *Lamp.*, Fortschr. p. 47.

¹⁾ *Winkler*, über Zusammensetzung, Werthverhältnisse und Verkohlungsfähigkeit der vornehmsten Torfsorten des sächsischen Erzgebirges. 1840.

²⁾ *Dingl.*, LXXII, 31, 229, 289; LXXIV, 107. — *Polyt. Centr.* 1846. p. 301.

lange im Feuerungsraume aus, als letztere. Die Roststäbe müssen beim Torf tiefer liegen und hinter der Feuerbrücke frische Luft zuströmen.

4) Nach *Karsten* ersetzen bei Siedeprozessen 4 Vol. Torf 1 Vol. Steinkohle und $2\frac{1}{2}$ Pfd. Torf 1 Pfd. Steinkohle.

5) Mit verschiedenem Erfolge ist der Torf beim Eisenhüttenwesen¹⁾, weniger beim Bleihüttenwesen²⁾ angewandt. Zur Darstellung von gasförmigen Brennmaterialien ist derselbe sehr geeignet.³⁾

§. 40. Torfkohle. Bislang ist von der Torfkohle eine allgemeine Anwendung in der Technik noch nicht gemacht worden, wenngleich es nicht an Vorschlägen zu ihrer Bereitung fehlt und solche auch an einzelnen Orten in Meilern, Gruben oder Oefen geschieht.⁴⁾ Die Torfkohle hat einen nur geringen Wärmeeffect, zerbröckelt sehr leicht, ist deshalb wenig transportabel und in Schachtöfen nur schwierig anzuwenden, wohl aber in offenen Feuern.⁵⁾ Der störendste und ihre Anwendung häufig beschränkende Uebelstand liegt in der gewöhnlich grossen Menge phosphor- und schwefelhaltiger Asche. Der Aschen-

Anwendbarkeit
der Torfkohle.

Bestandtheile
der Torfkohle.

¹⁾ Bgwfd. I, 375, 476; III, 189, 315, 365; IV, 412; VI, 285; VIII, 263, 321. *Lamp.*, Fortschr. 1839. p. 46. *Karst.*, Arch. VI, 217. *Dingl.*, LXV, Hft. 6; XLVI, 202; LIX, 470; CXI, 318. *Erdm.*, J. f. ök. u. techn. Ch. XII, 337. B. u. h. Ztg. 1843. p. 736; 1845. p. 297, 337; 1843, 441, 731, 1850. p. 145. *Le Blanc*, Eisenhüttenk. V, 55. *Valerius*, Handb. d. Stabeisenfabrikation, deutsch von Hartmann, Freiberg bei Engelhardt. 1845. p. 228.

²⁾ Jahrb. f. d. sächs. Berg- und Hüttenmann. 1840. p. 84. *Kerl*, Oberharzer Hüttenprozesse. 1852. p. 18, 106, 109. *Lamp.*, Fortschr. p. 46.

³⁾ Bgwfd. XIII, 39; XVI, 430. B. u. h. Ztg. 1844. p. 379; 1849. p. 81. *Dingl.*, CXXXI, 153; CXXXII, 272.

⁴⁾ Ueber Torfkohlen. Bgwfd. I, 313, 338, 374; III, 24; IV, 193, 210; V, 428; VI, 491; VII, 395, 410; X, 173, 255, 303; XIII, 820, 366, 635. *Dingl.*, LXXXVI, 289; LXXXVIII, 347; CXV, 418. *Erdm.*, J. f. pr. Ch., II, 10; XIV, 408. B. u. h. Ztg. 1844. 43. 1854. p. 167. *Polyt. Centr.* 1838. p. 449. *Jahrb. f. d. sächs. Berg- und Hüttenmann.* 1827. p. 193; 1840. p. 86. *Mitthlg. d. Gew. Ver. f. d. Königr. Hann.* 1846. p. 71. *Karst. Arch.* I R. VI, 427.

⁵⁾ Bgwfd. I, 338, 347, 376, 476; XIII, 599. B. u. h. Ztg. 1850. p. 541.

gehalt variirt zwischen 4—63 % und der Gehalt an hygroskopischem Wasser beträgt mindestens 10 %, sodass man dieselbe als zusammengesetzt ansehen kann aus 34—86 % C., 56—4 % Asche und 10 % Wasser.

Practische
Erfahrungen.

Die schlechteste lufttrockene Torfkohle mit 10 % hygroskopischer Feuchtigkeit und 56 % Asche hat nach *Scheerer* einen absoluten Wärmeeffect = 0,85 und einen pyrometr. W. E. = 2050° C., beste lufttrockne Kohle mit 10 % hygroskopischer Feuchtigkeit und 4 % Asche resp. 0,33 und 2350° C. — Nach *Berthier* reduciren Torfkohlen 17,7—26 Theile Blei und erwärmen 40,1—58,9 Theile Wasser von 0 bis 100° C. — Nach den Versuchen des Vereins für Gewerbthätigkeit im preussischen Staate verwandelte 1 Pfd. Torfkohle mit 5,4 % Wassergehalt und 3,40 % Asche durchschnittlich 6,68 Pfd. Wasser von 0° in Dampf von 88—92° R.; desgleichen trockne Kohle mit 3,59 % Aschengehalt 7,10 Pfd. Wasser in Dampf; 1 preuss. Tonne Torfkohle = 4 Scheffel = 125 Pfd.

Nach *Stöckhardt*¹⁾ werden von gleichen Gewichtsmengen Brennmaterial folgende Wassermengen verdampft: Holzkohle 189, Zwickauer Pechkohle 179, Torfcokes 170, Zwickauer Torf 102, Fichtenholz 81 Loth, so dass 100 Pfd. Holzkohle ungefähr ersetzt werden durch 105 Pfd. Steinkohlen, 113 Pfd. Torfcokes, 188 Pfd. Torfziegel und 234 Pfd. Fichtenholz. Der Torfcokes ist auch zur Darstellung von künstlichem Brennmaterial verwandt worden.²⁾

Vorkommen.

§. 41. Braunkohlen. Die Braunkohlen³⁾ sind äl-

¹⁾ Bgwfd. II, 553.

²⁾ Bgwfd. IV, 210; X, 255.

³⁾ Braunkohlen in Hessen: *Hausm.*, Stud. d. Gött. Ver. I, 233; II, 121, 132; bei Helmstedt im Braunschweigschen: *Erdm.*, Journ. f. pr. Ch. X, 47; bei Duingen: Bgwfd. X, 448; am Westerwalde: Bgwfd. XV, 343; Polyt. Centr. 1852. p. 356; B. u. h. Ztg. 1852, p. 81, 107; im preussischen Staate überhaupt: Zeitschrift f. d. Berg-, Hütten- und Salinenwesen im preuss. Staate, 1853, I, 82; Provinz Sachsen: Bgwfd. XIII, Nr. 23; *Dingl.*, CXVI, 103; *Plettner*, die Braunkohlen der Provinz Brandenburg. Berlin 1852; in Oesterreich: *Dingl.*, CXVI, 113. *Liebig*, Jahrb. 1849. p. 708. Bgwfd. XI, 685. Ueber die Bildung der Braunkohle: Bgwfd.

tere Gebilde als Torf, meist jünger als Kreide und kommen im Tertiärgebirge vor. Nach ihren physikalischen Eigenschaften und dem damit im Zusammenhange stehenden Alter lassen sie sich eintheilen¹⁾ in

1) Lignite, fossiles, fasriges Holz mit noch deutlich vegetabilischer Textur und dunkler Farbe. Specif. Gewicht = 1,15. Classification.

2) Bituminöses Holz, welches sich schon mehr der Steinkohle als dem Holze nähert.

3) Erdige Braunkohle, mehr oder weniger dunkelbraun und meist mit bedeutendem Aschengehalte. Specif. Gewicht = 1,3. Enthält zuweilen Wurzeln, Blätter, Stengel und Holzstücke beigemengt.

4) Gemeine muschlige Braunkohle, welche der Steinkohle sehr nahe kommt, namentlich die mit Gagat, Pechkohle bezeichneten Varietäten. Der Braunkohlengagat unterscheidet sich vom Steinkohlengagat dadurch, dass er nie eine so dunkle schwarze Farbe und selten einen so starken Glanz als letzterer besitzt.²⁾ Durch blosses Trocknen an der Luft lassen sich Braunkohlen in Pechkohle verwandeln.³⁾ Von Steinkohlen unterscheiden sich solche Braunkohlen dadurch, dass sie einen braunen Strich und beim Behandeln mit Aetzkali eine braune Lösung geben und mit einer Löthrohrflamme angeblasen fortbrennen, was erstere nicht thun. Braunkohlen geben bei der trocknen Destillation Essigsäure, Steinkohlen ammoniakalisches Wasser. Specif. Gewicht = 1,2. Unterschied zwischen Braunk. und Steink.

Die chemische Zusammensetzung⁴⁾ der Braunkohlen variirt sehr nach dem Alter, dem Aschen- und Zusammensetzung der Braunk.

VII, 449. *Knapp*, chem. Techn. I, 16. *Bischoff*, chem. u. phys. Geologie II, 1755.

¹⁾ *Freiesleben*, über die Benennung der Erd-, Braun- u. Steinkohlen in naturhistorischem und bergrechtlichem Sinne. B. u. h. Ztg. 1845. Nr. 6.

²⁾ *Polyt. Centr.* 1849. p. 1146. *Leonh.*, Jahrb. 1849. p. 526.

³⁾ *Bgwfd.* XII, 285.

⁴⁾ *Erdm.*, Journ. f. pr. Ch. VI, 299, 336; XIII, 108; XIX, 478; XXIII, 252. *Bgwfd.* XI, 145. *Knapp*, chem. Techn. I, 18.

Wassergehalte. Die feste organische Masse hat folgende durchschnittliche Zusammensetzung:

	Kohlenstoff	Wasserstoff	Sauerstoff
Fasrige Braunkohle	60	5	35
Erdige "	70	5	25
Muschlige "	75	5	20

oder, wenn man sich allen Sauerstoff mit Wasserstoff zu Wasser verbunden denkt,

	Kohlenstoff	Wasserstoff	Wasser
Fasrige Braunkohle	60	1	39
Erdige "	70	2	28
Muschlige "	75	3	22

Der Aschengehalt variirt von 0,5—50%, beträgt aber durchschnittlich 5—10%. Die Asche besteht im Wesentlichen aus Thonerde, Eisenoxyd, Manganoxyd, Magnesia, Kalkerde, Kieselerde, enthält zuweilen auch Alkalien und Chlor und unterscheidet sich von der Torfasche durch den gewöhnlich fehlenden Gehalt an Phosphorsäure und das Vorhandensein einer oft bedeutenden Menge Schwefelsäure, welche ihren Ursprung dem in der Braunkohle sehr häufig vorkommenden Schwefelkiese verdankt.

Böhmische Braunkohlen enthielten 1,5—7%, bairische 3,4—10%, hessische 0,81—15,5%, französische 3—13%, rheinpreussische 0,9—58%, aus der Halberstädter Gegend 2—5%, braunschweigsche 7,8—8,4%, Dünger Braunkohlen 3—55% Asche.

Der hygroskopische Wassergehalt kann bei frisch geförderten Kohlen bis 50% steigen, beträgt aber im lufttrocknen Zustande durchschnittlich 20%, so dass eine lufttrockne Braunkohle etwa folgende Zusammensetzung hat:

	Kohlenst.	Wasserst.	Chemisch gebund. Wasser	Hygrosk. Wasser
Fasrige Braunkohle	48	1	31	20
Erdige "	56	2	22	20
Muschlige "	60	3	17	20

Anwendbarkeit
der Braunk.

Die Braunkohlen verbrennen mit einem widrig bituminösen Geruche und geben eine Flamme, deren Länge zwischen der des Holzes und der Steinkohlen liegt. Sie wirken bei Feuerungen mehr durch ihre Flamme als

durch das Verglühen der zurückbleibenden Kohle. Der lästige Wassergehalt, ein integrierender Bestandtheil derselben, lässt sich dadurch in Etwas unschädlich machen, dass man den Feuerraum recht heiss hält (z. B. durch sogenannte Gewölbfeuerung auf der Saline Dürrenberg). Erfahrungsmässig sind frisch geförderte Braunkohlen den gelagerten vorzuziehen, indem letztere, selbst bei Abwesenheit eines Schwefelkiesgehaltes bei längerer Lagerung auf der Halde unter dem Einfluss der Atmosphärentheile eine langsame Verbrennung erleiden, ja zuweilen in Selbstentzündung gerathen, wodurch sie an Brennkraft verlieren.¹⁾ Die Braunkohlen vertragen keinen weiten Transport und zerfallen beim längern Liegen an der Luft sowohl, als beim künstlichen Trocknen.²⁾ Man hat dieselben mit Vortheil comprimirt.³⁾

Nach *Scheerer* geben die Braunkohlen nachstehenden Wärmeeffect.

Braunkohlenarten	Wärmeeffect		
	Ab- sol.	Spe- cif.	Py- rom.
Lufttr. fasrige Braunk. mit 20% hydr. Wasser u. ohne Asche	0,48	055,	1800
„ „ „ „ 20% „ „ 10% „	0,43	—	—
„ erdige „ „ 20% „ „ ohne „	0,61	0,79	1975
„ „ „ „ 20% „ „ 10% „	0,55	—	—
„ muschlige „ „ 20% „ „ ohne „	0,69	0,83	2050
„ „ „ „ 20% „ „ 10% „	0,62	—	—
Gedarrte fasrige „ „ 20% „ „ ohne „	0,61	—	2025
„ „ „ „ 20% „ „ 10% „	0,55	—	—
„ erdige „ „ 20% „ „ ohne „	0,76	—	2125
„ „ „ „ 20% „ „ 10% „	0,69	—	—
„ muschlige „ „ 20% „ „ ohne „	0,85	—	2200
„ „ „ „ 20% „ „ 10% „	0,76	—	—

¹⁾ Bgwfd. XIII, 355; *Liebig's Jahresber.* 1851. p. 733.

²⁾ Künstliches Trocknen der im Nassauischen zum Betriebe von Puddel- und Schweissöfen anzuwendenden Braunkohlen. *Polyt. Centr.* 1854. pag. 185.

³⁾ Bgwfd. IV, 169; XIII, 354.

Hiernach übertreffen lufttrockne Braunkohlen gedarrtes Holz an absolutem und pyrometrischem Wärmeeffecte und an specifischem Wärmeeffecte das beste Holz um mehr als das Doppelte.

Nach *Berthier* reduciren lufttrockne Braunkohlen 14—25 Theile Blei und erwärmen 38—57 Theile Wasser von 0—100° C.

Technische
Anwendung.

Man wendet die Braunkohlen hauptsächlich bei Siedeprozessen¹⁾ beim Kalk- und Ziegelbrennen, als Heizmaterial¹⁾ für Stubenöfen und auch zu hüttenmännischen Zwecken an, indem man sie entweder zur directen Feuerung benutzt²⁾ oder brennbare Gase³⁾ daraus erzeugt. Wegen ihrer Eigenschaft, beim Erhitzen zu zerbröckeln und wegen ihres oft schädlich influirenden Aschengehaltes sind sie beim Eisenhohofenbetrieb noch wenig im Gebrauch.

Die Farbe der Braunkohlen scheint um so heller zu sein, je grösser ihr Wasserstoffgehalt ist. Wasserstoffarme Kohlen erfordern schmälere Roststäbe und höhere Essen, als wasserstoffreichere.

Practische
Erfahrungen.

In der Praxis haben sich in Betreff des Effects der Braunkohlen folgende Erfahrungen herausgestellt:

1) 3 preussische Tonnen Braunkohlen, à Tonne = 4 preussische Scheffel und = 3 Ctnr. 6—10 Pfd., sind in ihrer Wirkung = 1 Tonne Steinkohlen zu 4 Scheffel = $7\frac{1}{9}$ Cbkfss. = $3\frac{1}{4}$ Ctnr., und dem Gewichte nach 1 Theil Steinkohlen = 2,86 Theile Braunkohlen.

Der Absatz an Braunkohlen kann sich nur da günstig gestalten, wo das Product in grossen Massen an nahe liegende Verbrauchstätten abzusetzen ist und die Preise von Holz und Steinkohlen eine gewisse Höhe haben. Sollen dieselben in einige Entfernung verfahren werden, so

¹⁾ *Erdm.*, Journ. f. pr. Ch. VI, 208. *Dingl.*, XCII, 355. Bgwfd. VIII, 203, 221.

²⁾ Bgwfd. II, 291, 381, 462, 396, 474; XI, 309. Jahrb. f. d. sächs. Berg- und Hüttenmann. 1839, p. 106; 1840, p. 84. B. u. h. Ztg. 1844. p. 73.

³⁾ *Karst.*, Arch. II. R. XXIII, 411. Bgwfd. VII, 26; IX, 249; XI, 309. B. u. h. Ztg. 1844, p. 53, 89; 1845, p. 521. *Kraus*, Jahrb. 1849. p. 3.

müssen die Transportkosten sehr mässig sein, weil dieser Brennstoff im Verhältniss zum Brennwerthe zu schwer und zu voluminös¹⁾ ist.

2) Nach *F. Bischoff*²⁾ enthalten die frischgeförderten Braunkohlen der preussischen Provinz Sachsen 31,66—50,7% hygroskopisches Wasser, haben ein specifisches Gewicht von 1,127—1,318; 1 Tonne frisch wiegt 306—360 Pfd., enthält 155—232 Pfd. trockne Kohle mit 1,83—30,29% Asche und verdampft nach theoretischen Berechnungen 14,66—27,16 Cbkfss. Wasser. Der wirkliche Effect stellt sich weit geringer. Nach der Berechnung verdampft z. B. 1 Tonne Tollwitzer Kohle 18,6 Cbkfss. Wasser, in Wirklichkeit jedoch nur 3,8 Cubikfuss auf der Saline Dürrenberg.

3) Die Ermittlungen des Vereins zur Beförderung des Gewerbflusses in Preussen haben folgende Resultate ergeben:

Braunkohlenarten	Gew. 1 Tonne = 4 Scheffel = Pfd.	Was- sergeh. %	Aschengehalt		1 Pfd. Braunk. verwandelt in Dampf von 88—92° R. Pfd. Wasser von 0°	
			Unge- trock. %	Ge- trock. %	Unge- trock.	Ge- trock.
Böhmische Braunkohle	296	28,7	10,67	14,96	3,87	5,84
Preuss. Braunkohlen (Bit. Holz) frisch	285	45,9	3,97	7,34	2,65	5,76
desgleichen abgelagert	267	23,7	3,65	4,79	3,96	5,50
desgleichen (Erdkohle) frisch	286	47,3	4,81	9,12	2,45	5,55
desgleichen (Stückkohlen)	300	47,7	3,31	6,33	2,16	5,08

§. 42. Cokes von Braunkohlen. Braunkohlen eignen Eigenschaften. sich nicht zur Vercokung, indem sie dabei nach ihren Jahrringen und Absonderungen sich trennen und einen bröcklichen, nach Beendigung des Prozesses schwer erlöschenden Cokes geben.³⁾ Man hat dies Zerbröckeln dadurch verhindern wollen, dass man die Braunkohlen vor

¹⁾ Berechnung des Werthes der Braunkohlen etc. Bgwfd. XVI, 504.

²⁾ Bgwfd. XIII, 353.

³⁾ *Lamp.*, Fortschr. 1839, p. 38. Stud. d. Gött. Ver. II, 169.

der Vercokung in Meilern oder Oefen entweder völlig lufttrocken machte und sie dann einer langsamen Verkohlung unterwarf¹⁾, oder sie ganz frisch verkohlte²⁾ oder vorher presste.³⁾ Auch ist die Vercokung mittelst überhitzten Dampfes in eisernen Retorten versucht.⁴⁾ *Hahn*⁵⁾ hat neuerdings in offenen Meilern Cokes dargestellt, welche das Ansehen der gewöhnlichen Holzkohle haben, nur bedeutend fester sein sollen. Die Braunkohlencokes sind beim

Anwendung. Eisenfrischen angewandt.⁶⁾

Nach Versuchen⁷⁾ im Kleinen lieferten böhmische Braunkohlen 29,3—48,4%, französische Braunkohlen 41—49%, rheinländische Braunkohlen 28—68%, die aschenärmeren durchschnittlich 40—50% Cokes.

Vorkommen. §. 43. Steinkohlen.⁸⁾ Man nennt Steinkohlen diejenigen fossilen Kohlenarten, welche älter sind als die Tertiärformation und zu ihrer Entstehung⁹⁾ längere Zeit erforderten, als die Braunkohlen.

Classification. Nach ihrer Structur theilt man sie in Pech- oder Cännelkohle ohne Schichtstructur mit muschligem Bruche und Pechglanz, Schieferkohle mit schieferiger, Grob-

¹⁾ *Erdm.*, Journ. f. pr. Ch. II, 10.

²⁾ Bgwfd. XI, 377.

³⁾ Bgwfd. V, 300; IV, 169.

⁴⁾ Bgwfd. XIV, 537.

⁵⁾ Jahrb. d. k. k. geol. Reichsanst. 1853. p. 647.

⁶⁾ B. u. h. Ztg. 1847. p. 422. Bgwfd. XI, 377. *Lamp.*, Fortschr. 1839, p. 38. Stud. d. Gött. Ver. II, 1828.

⁷⁾ *Knapp*, chem. Technologie I, 45.

⁸⁾ Steinkohlen in England: *Dingl.*, XXI, 277; XXXIX, 405. *Polyt. Centr.* 1849, p. 233. *Lieb.*, Jahresb. 1847/48. p. 1114; in Sachsen: *Erdm.*, Journ. f. pr. Ch. XVII, 416; XX, 14. *Polyt. Centr.* 1849. p. 122; in Oesterreich: *Dingl.*, CXVI, 113; in Böhmen: Bgwfd. XII, 342; in Ungarn: Bgwfd. XI, 685, 697; in Hannover: *Mitthl. d. Hann. Gew.-Ver.* 1842, Lief. 28; 1836, p. 128; 1852, Lief. 68; Bgwfd. VIII, 237; in Baiern: *bair. Kunst- und Gewerbeblatt.* März 1836; in Amerika: *Dingl.*, XIV, 500. Bgwfd. X, 424. *Bruhn*, Steinkohlenbüchlein. 1840.

⁹⁾ Ueber Steinkohlenbildung: *Polyt. Centr.* 1853, p. 185. *Karst.*, Arch. XI, 379. *Dingl.*, CV, 460. *Knapp*, chem. Techn. I, 17. *Lieb.*, Jahresber. 1847/48, p. 1295. Bgwfd. VII, 449. *Bischoff*, phys. u. chem. Geolog. II, 1755.

kohle mit grobschiefriger, Blätterkohle mit dünn-schiefriger Structur, Russkohle mit erdigem Bruche, Faserkohle mit fasriger Textur.

Nach ihrem Alter und, damit zusammenhängend, nach ihrer Zusammensetzung und dem Verhalten im Feuer bringt man die Steinkohlen in folgende für die Technik ¹⁾ wichtige Abtheilungen:

1) Anthracit, die älteste Steinkohle, sehr dicht und nur in grösseren Massen entzündbar. Kommt hauptsächlich in Nordamerika vor und wird daselbst bei verschiedenen Feuerungen, z. B. zur Zimmerheizung, zum Kalkbrennen, namentlich zur Eisenerzeugung verbraucht. ²⁾ Auch stellt man brennbare Gase daraus dar. ³⁾

2) Backkohlen, welche einen zusammengebackenen, klein- oder grossblasigen Cokes von metallischem Glanze hinterlassen, der ein grösseres Volumen als die angewandte Steinkohle besitzt. ⁴⁾ Sie lassen sich wegen ihres Wasserstoffgehalts leichter entzünden, als die übrigen Sorten mit geringerem Wasserstoffgehalte, geben deshalb die längste Flamme und eignen sich besonders für die Darstellung von Leuchtgas, weniger für Rostfeuerungen, weil sie beim Aufblähen den Rost leicht verstopfen. Für Schmiedefeuer sind sie gut anwendbar (Schmiedekohlen), indem sie vor der Form beim Aufschwellen ein Gewölbe bilden, in welchem sich die Hitze concentrirt.

3) Sinterkohlen, welche bei der trocknen Destillation einen dichten zusammengesinterten Cokes von dunkelschwarzer bis eisengrauer Farbe, oft mit metallisch glän-

¹⁾ *Lampad.*, Eintheilung der Steinkohlen nach ihrer Anwendung in den Gewerben. *Erdm.*, Journ. f. pr. Ch. XII, 106.

²⁾ *Erdm.*, Journ. f. pr. Ch. IV, 393; XXII, 27; XXVI, 255. Bgwfd. I, 295, 485; II, 397; III, 169; IV, 175; VI, 186; VII, 126; VIII, 54, 460. B. u. h. Ztg. 1843. p. 85, 964. *Lamp.*, Fortschr. 1839. p. 36. Polyt. Centr. 1849, p. 362. Jahrb. d. k. k. geolog. Reichsanst. 1852, Nr. 3, p. 7.

³⁾ Polyt. Centr. 1846, p. 492. Bgwfd. VIII, 505. B. u. h. Ztg. 1849, p. 242.

⁴⁾ Beiträge zur Kenntniss backender Steinkohlen. *Erdm.*, Journ. f. pr. Ch. VII, 1.

zender Oberfläche geben. Dieselben sind für Rostfeuerungen, für den Schachtofenbetrieb und überhaupt da, wo eine langsame, aber anhaltende, Hitze erforderlich ist, z. B. bei Siedungen, Tiegelschmelzungen etc. sehr anwendbar.

4) Sandkohlen. Dieselben sind sehr sauerstoffreich, schwinden stark beim Vercoken und hinterlassen einen weniger anwendbaren, aus kleinen losen Stücken bestehenden Cokes. Man nennt die Sandkohlen, im Gegensatz zu den vorhergehenden fetten Kohlen, mager; sie dienen z. B. beim Brennen des Gypses, Kalkes, der Ziegel, zum Rösten der Erze in Haufen etc.

Von den äusserlich wahrnehmbaren Eigenschaften lässt sich oft auf die Natur der Steinkohlen schliessen. Tief schwarze Farbe, lebhafter Glanz, grosse Härte deuten auf einen überwiegenden Gehalt an Sauerstoff; Pechglanz auf einen geringen, Glasglanz auf einen grössern Kohlenstoffgehalt; schwarze Farbe, lebhafter Glanz, geringer Zusammenhang und geringe Härte auf viel Kohlenstoff und eine gegen Sauerstoff überwiegende Menge Wasserstoff; bräunlich schwarze Farbe, mattes Ansehen, starker Zusammenhang und eine gewisse Härte auf einen geringern Gehalt an Kohlenstoff und einen gegen Wasserstoff überwiegenden Gehalt an Sauerstoff.

Anwendung. Bei metallurgischen Prozessen werden die Steinkohlen sehr häufig verwandt, z. B. bei Röstungen, Schmelzungen in Flammöfen und mit mehr oder weniger günstigen Resultaten auch beim Verschmelzen der Eisen-, Blei-, Silber- und Kupfererze in Schachtöfen.¹⁾ Zum Verbrennen erfordern sie starke Zug- oder Gebläseluft und ihr Effect wird durch Benetzen mit Wasser oder Zuleitung von Wasserdampf erhöht.²⁾

¹⁾ *Lampad.*, Fortschr. 1839, p. 39. *Karst.*, Arch. II, R. VIII, 103; *Bgwfd.* I, 335. *B. u. h. Ztg.* II, 683. *Erdm.*, Journ. f. pr. Ch. XV, 120, 293. *Jahrb. f. d. sächs. Berg- und Hüttenmann*, 1832, p. 135; 1834, p. 80; 1835, p. 158; 1837, p. 55; 1838, p. 52.

²⁾ *Bgwfd.* VII, 239. *Lampad.*, Fortschritte 1839, p. 43. *Dingl.*, LXVI, 316.

Das Steinkohlenklein, sowie auch andere Brennmaterialabfälle, macht man häufig dadurch wieder nutzbar, dass man dieselben mit fettem Torf,¹⁾ mit Theer, Pech, Asphalt, thierischem Fette,²⁾ Thon³⁾ etc. anknetet und dadurch die sogenannten künstlichen Brennmaterialien, Pariser Kohlen etc. erzeugt.

Die Zusammensetzung,⁴⁾ der Wärmeeffect⁵⁾ und das specifische Gewicht der Steinkohlen ergibt sich aus nachstehender Tabelle:

Steinkohlenarten	Zusammensetzung					Wärmeeffect			1 Theil reduc. Blei	1 Thl. erwärmt Wasser von 0—100° C.	Specif. Gewicht
	Kohlenstoff	Wasserstoff	chem. geb. Wasser	hygrosk. Wasser	Asche	Absol.	Specif.	Pyr.			
Anthracit	85	3	2	5	5	0,96	1,44	2350°	26—33	60,5—74,7	1,41
Backk.	78	4	8	5	5	0,93	1,17	2300°	23—31	52,8—72	1,13—1,26
Sinterk.	75	4	11	5	5	0,89	1,16	2250°	19—27	44—61,6	1,13—1,30
Sandk.	69	3	18	5	5	0,79	1,06	2200°	21—31	50—71	1,05—1,34

Die Steinkohlenasche,⁶⁾ deren Quantität zwischen 0,5—20% variirt, hat die qualitative Zusammensetzung der Braunkohlenasche und ist zuweilen reich an, die Anwendung der Kohle beschränkendem, Schwefeleisen.

In Betreff der Wirkungsverhältnisse der Steinkohlen hat man in der Praxis folgende Erfahrungen gemacht:

1) Das Heizungsvermögen einer gewöhnlichen guten Steinkohle ist durchschnittlich fast so gross, als das der

¹⁾ Bgwfd. IV, 478; VI, 187; (VII, 63).
²⁾ Bgwfd. IV, 108, 210, 439; VIII, 526. *Dingl.*, LXXXVI, 396; CXXI, 422, 430; CIX, 420; CXX, 409; CXXI, 422.
³⁾ Bgwfd. V, 317. *Dingl.*, CXI, 396.
⁴⁾ *Erdm.*, Journ. f. pr. Ch. VI, 205; XI, 165; XIII, 73, 143. *Dingl.*, XI, 128; XIV, 500; XXI, 277; XXXIX, 405; XLV, 235; XLVII, 150; CX, 212, 263, 287.
⁵⁾ *Scheerer*, Metall. I, 189. B. u. h. Ztg. V, 465. *Dingl.*, LXXV, 48.
⁶⁾ *Pogg.*, Ann. LXXXIV, 67.

Holzkohle und doppelt so gross, als das des trocknen Holzes. Bei Schmelzprozessen nimmt man im Allgemeinen an, dass sich das Heizvermögen von Steinkohlen zu Holz verhält dem Volumen nach wie 5 : 1 und dem Gewichte nach wie 15 : 8.

2) Nach *Karsten* wirken in Flammöfen

100 Cbkfss. Steinkohlen	=	700 Cbfss. Holz und
100 Pfd. „	=	260 Pfd. „

Bei Siedeprozessen

100 Cbkfss. Steinkohlen	=	400 Cbfss. Holz	=	400 Cbkfss. Torf
100 Pfd. „	=	160 Pfd. „	=	250 Pfd. „

3) Nach *Rosenthal* ist 1 Cbkfss. Steinkohle in seiner Wirkung = 7,25 Cbkfss. Rothbuchen-, 7,14 Cbkfss. Weissbuchen-, 6,30 Cbkfss. Eichen-, 7,17 Cbkfss. Birken-, 7,40 Cbkfss. Erlen-, 6—7,5 Cbkfss. Kiefern-, 8,95 Cbkfss. Weiden-, 11,50 Cbkfss. Espen- und 13,14 Cbkfss. Pappelholz.

4) Nach den Ermittlungen des Vereins zur Beförderung des Gewerbfleisses in Preussen verwandelte von 48 Sorten preussischen Steinkohlen im natürlichen Zustande 1 Pfd. der geringsten Sorte 6,10 Pfd., die beste Sorte 8,93 Pfd. Wasser von 0° R. in Dampf von 88—92° R.; der Durchschnitt aus allen 48 Sorten 7,3 Pfd.¹⁾ Das Gewicht 1 Tonne Steinkohlen = 4 Scheffel schwankt zwischen 326 und 424 Pfd. preussisch.

Bei ähnlichen in grossem Maassstabe angestellten Versuchen, welche *Johnson*²⁾ mit nordamerik. Kohlen und *Playfair* und *De la Beche*³⁾ zur Ermittlung des practischen Werthes verschiedener Steinkohlen ausgeführt haben, wurden sehr gut übereinstimmende Resultate gewonnen, wenn man dieselben auf den bei den preussischen Versuchen zu Grunde gelegten Wärmemaassstab umrechnet, nämlich für amerikanische Steinkohle die geringste Sorte 5,84 Pfd., die höchste 8,99 Pfd., für englische die geringste 5,30 Pfd., die höchste 8,57 Pfd. Wasser.

¹⁾ Mitthl. d. Hann. Gew.-Ver. 1853. p. 211.

²⁾ *Liebig*, Jahrb. 1850. p. 688. Bgwfd. X, 424.

³⁾ *Polyt. Centr.* 1849. p. 233. *Dingl.*, CX, 212, 263; CXIV, 345.

5) Nach *Ebelmen*¹⁾ wurde beim Brennen von Porzellan 1 Gewichtstheil Holz ersetzt durch 0,39 Gewichtstheile Steinkohlen.

§. 44. Steinkohlencokes. Durch das Vercoken der Steinkohlen bezweckt man

Zweck des Vercokens.

1) ihren Kohlenstoffgehalt zu concentriren, um mit den Cokes eine hohe Temperatur hervorbringen zu können,

2) die Entfernung der beim Brennen, namentlich zum häuslichen Gebrauche, unangenehmen, widrig riechenden Bestandtheile,

3) ihnen die Eigenschaft zu benehmen, in der Hitze, z. B. im Eisenhohofen, teigig zu werden, in Folge dessen die Gebläseluft nicht durchzudringen vermag und der Ofengang in Unordnung kommen kann,

4) einen Theil Schwefel des von den Kohlen häufig eingeschlossenen Schwefelkieses zu entfernen.

Die Anwendbarkeit einer Steinkohle zur Vercokung für einen bestimmten Zweck hängt ab:

Anwendbarkeit der Steinkohlen zum Vercoken.

1) vom Aschengehalt,²⁾ der Qualität und Quantität nach. Steinkohlen, welche beim Verbrennen 5% Asche hinterlassen, geben einen für Eisenhohöfen noch brauchbaren Cokes. Ist Schwefelkies in den Steinkohlen enthalten, so wird ein Theil seines Schwefelgehaltes entfernt, es bleibt aber immer noch $\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{2}$ davon zurück, welcher die Roststäbe, Dampfkessel etc. schnell zerstört oder auf das Schmelzproduct schädlich influirt.³⁾ *Calvert*⁴⁾ und *Chenot*⁵⁾ wenden beim Vercoken Kochsalz an, um den Schwefel zu entfernen; und liegen bereits Erfahrungen vor, dass bei Anwendung solcher gereinigten Cokes ein Eisen von ausgezeichneter Qualität resultirt.⁶⁾ Auch Wasserdampf wirkt auf die Entfernung des Schwefels günstig ein.⁷⁾

¹⁾ *Dingl.*, CVII, 210.

²⁾ Ueber Cokesasche. *Berthier*, analyt. metall. Ch. I, 136. *Erdm.*, Journ. f. pr. Ch. VII, 2.

³⁾ Ueber Einfluss der Cokes auf das Roheisen. *Bgwfd.* X, 522.

⁴⁾ B. u. h. Ztg. 1853. p. 149, 225, 252. *Dingl.*, CXXVI, 112.

⁵⁾ *Liebig*, Jahrb. 1852. p. 762.

⁶⁾ *Polyt. Centr.* 1853. p. 747.

⁷⁾ B. u. h. Ztg. 1854. p. 239.

Der Schwefelgehalt des Gypses nimmt bei der Vercokung nicht ab, wirkt jedoch beim Eisenschmelzen nicht ganz so schädlich, wie der des Schwefelkieses.

Durch eine mechanische Aufbereitung lassen sich die Steinkohlen oft aschenärmer machen.¹⁾

2) von der Eigenschaft, einen aufgebläheten, gesinterten oder sandigen Cokes zu geben.

Vercokungs-
methoden.

Die Steinkohlen kommen entweder in grösseren Stücken (Stückkohlen) oder im zerbröckelten, pulverförmigen Zustande (Steinkohlenklein, Kläre, Lösche, Staubkohlen) zum Vercoken und geschieht dieses bei ersterer Sorte in Meilern²⁾ mit oder ohne Decke oder in Haufen, bei letzterer Sorte in Oefen von verschiedener Construction³⁾, zuweilen mit überhitztem Wasserdampf.⁴⁾ Die aus Cokesöfen verlorengelassene Wärme wird häufig noch benutzt, z. B. zur Heizung von Dampfkesseln.⁵⁾

Ausbringen
an Cokes.

Nach *Karsten* liefern:

Sandkohlen mit 1,6—29% Asche 59—70% Cokes

Sinterkohlen „ 0,6—23% „ 58—78 „ „

Backkohlen „ 0,15—27,7% „ 51—86 „ „

Anthracite „ 0,6—20% „ 72—96 „ „

In Oefen erfolgen dem Volumen nach 8—10% Cokes weniger, als in Meilern, dem Gewichte nach ist das Ausbringen nahe gleich. Ofencokes sind dichter und fester als Meilercokes. Bei Backkohlen kann das Ausbringen in Meilern dem Volumen nach auf 110—120% steigen; Sinterkohlen ändern ihr Volumen wenig und Sandkohlen verlieren zuweilen 10% dem Volumen nach. Meilercokes ent-

¹⁾ *Dingl.*, CXXVI, 11; CXVIII, 265. *Bgwfd.* IV, 270. *Ann. d. min.* 4. sér. XVII, 381. *Lampad.*, Fortschr. p. 36. *B. u. h. Ztg.* 1853. p. 94.

²⁾ *Scheerer*, Metall. I, 316. *Knapp*, chem. Techn. I, 46.

³⁾ *Dingl.*, XXI, 533; XXV, 262, CXIX, Heft 4; CXXI, 97. *Ann. d. min.* 3, sér. XX, 3; 4, sér. XVII, 189. *Polyt. Centr.* 1850. p. 488. *Bgwfd.* IV, 477; V, 305; XII, 463; VII, 2. *Karst.*, Arch. I. R. I, 81.

⁴⁾ *Bgwfd.* VII, 410. *Dingl.*, XCII, 335. *B. u. h. Ztg.* III, 43.

⁵⁾ *Bgwfd.* IX, 510; X, 286; XI, 761.

halten gewöhnlich weniger Schwefel als Ofencokes; ein Farbenspiel deutet auf einen Schwefelgehalt.

Die Cokes bestehen durchschnittlich aus 85—92% Kohlenstoff, 3 — 5% Asche und 5 — 10% hygroskopischem Wasser. Der Aschengehalt schwankt zwischen 1—30%; Cokes, die mehr als 12% Asche geben, gehören zu den schlechteren. Der Gehalt an hygroskopischem Wasser kann bis 20% steigen.

Zusammen-
setzung
der Cokes.

Die Cokes können zu allen Feuerungen angewandt werden, die nicht nothwendig Flammenfeuer erfordern; am meisten wirken sie jedoch da, wo man in einem kleinen Raume grosse Hitze haben will, z. B. bei Tiegelschmelzungen, beim Verschmelzen der Eisenerze im Hohofen, beim Umschmelzen des Roheisens in Cupoloöfen, beim Heerdfrischen, beim Verschmelzen von Kupfer-, Blei- und Silbererzen.¹⁾

Anwendung
der Cokes.

Backkohlen wendet man gewöhnlich nur in niedrigeren Schachtöfen an (z. B. die Obernkircher²⁾ Cokes beim Verschmelzen der Bleisteine, Kupfererze etc. auf den Harzer Hütten), weil sie den Druck, welchen eine Erzsäule in höheren Oefen ausübt, nicht ertragen können. Bei Zuführung von einer hinreichenden Menge Luft entwickeln die Cokes eine weit grössere Hitze als Holzkohlen, was seinen Grund in Folgendem hat. Dasjenige Brennmaterial erzeugt die intensivste Hitze, bei welchem in dem kleinsten Raume die beim Verbrennen eines Theils Kohle gebildete Kohlensäure durch einen andern Theil glühender Kohle in Kohlenoxydgas verwandelt wird. Es erzeugt sich nämlich, z. B. bei Einwirkung von Gebläseluft auf das Brennmaterial im Gestell eines Eisenhohofens, im ersten Augenblick Kohlensäure und damit eine sehr hohe Temperatur. In Berührung mit glühenden Kohlen wandelt sich die Kohlensäure in Kohlenoxydgas um, wo-

Ursache des
bedeut. pyrom.
Wärmeeff. der
Cokes.

¹⁾ Bgwfd. I, 485; II, 474, 475, 561, 572; III, 153, 417; V, 445; VIII, 523. *Karst.*, Arch. XII, 551. *Kerl*, Oberharzer Hüttenpr. 1852. p. 108. *Jahrb. f. d. sächs. Berg- u. Hüttenmann.* 1828. p. 136, 151; 1831. p. 142; 1840. p. 83, 88.

²⁾ *Dingl.*, CXXI, 97. Bgwfd. V, 366. *Erdm.*, Journ. f. pr. Ch. VI, 207.

durch Wärme gebunden und dem Verbrennungsraume entzogen wird. Je mehr Berührungspunkte nun die Kohle in einem bestimmten Raumtheile, z. B. einem Cubikzoll, der Einwirkung der Kohlensäure darbietet, um so mehr Kohlenoxydgas wird sich bilden und um so mehr Wärme verloren gehen. Da nun Cokes viel dichter sind, als Holzkohlen, also der Kohlensäure in gleichen Raumtheilen weniger Oberfläche darbieten, so erzeugt sich weniger Kohlenoxydgas und in Folge dessen eine intensivere Hitze. Nach *Mitscherlich* beträgt der mittlere Durchmesser einer Holzkohlenzelle $\frac{1}{2400}$ Zoll. Vergleicht man das Gewicht der trocknen Kohle mit dem einer voll Wasser gesogenen Kohle, so ergibt sich, dass die Oberfläche der Zellen in einem Stückchen Holzkohle von 0,9565 Gramm etwa 73 Quadratfuss beträgt. Weil die Cokes länger im Ofen stehen, als die Holzkohlen, so kommen sie besser vorgewärmt zur Verbrennung, wodurch sich ihr Effect erhöht, sowie auch durch den Umstand, dass sie weniger leere Räume bilden, als Holzkohlen, welche die Menge der innerhalb eines gegebenen Raumes und während einer gewissen Zeit verbrennenden Kohlentheilchen vermindern und dadurch zu einer Temperaturerniedrigung Veranlassung geben.

Wärmeeffect
der Cokes.

Der Wärmeeffect der Cokes und das specifische Gewicht ihrer mit Luft gefüllten porösen Masse ist aus der folgenden Zusammenstellung ersichtlich:

Cokesarten	Wärmeeffect			Specif. Gew.
	Absol.	Spec.	Pyr.	
Guter Coke mit 10% hygr. Feuchtigk. u. 5% Asche	0,84	—	2350°	—
Vorzügl. „ „ 5 „ „ „ 3 „ „	0,92	—	2400°	—
Derselbe ohne „ „ mit 3 „ „	0,97	—	2450°	—
Sandcokes „ „ „ 5 „ „	—	0,46	—	0,48
Sintercokes „ „ „ 5 „ „	—	0,41	—	0,43
Backcokes „ „ „ 5 „ „	—	0,33	—	0,35

Nach *Berthier* reducirten französische Cokes 22,2—28,5 Theile Blei und erwärmten 50,3—65,6 Theile Wasser von 0° bis 100° C.

Ueber die Wirkung der Cokes liegen unter anderen Practische Erfahrungen.
folgende practische Erfahrungen vor:

1) Nach *Karsten* wirken bei mit erhitzter Luft stattfindendem Hohofenbetriebe

100 Vol. Cokes = 250 Vol. Holzkohlen und

100 Pfd. „ = 80 Pfd. „

Es wiegt incl. der Zwischenräume: 1 rheinl. Cbkfss.

Backkohle in Oefen verkohlt = 22—25 Pfd. preuss.

„ „ Meilern „ = 25—28 „ „

Sintercoke „ „ = 33 „ „

Sandcoke „ „ = 35 „ „

„ „ Theeröfen „ = 38 „ „

2) Auf den Unterharzer Hüttenwerken rechnet man im Effecte

1 Karre Kohlen = 15 Balgen Obernkirchner Cokes

1 Balge hann. Gascokes = $\frac{5}{4}$ „ „ „

1 Mltr. Rösteholz = $2\frac{1}{2}$ „ „ „

1 Schock Waasen = $7\frac{1}{2}$ „ „ „

1 Maass Fichtenzapfen = $\frac{1}{2}$ „ „ „

1 Karre Kohlen = 10 Maass à 10 hann. Cbkfss.

1 Maass Fichtenscheitholz = 54 Pfd. hann.

1 „ Fichtenstucken = 72 „ „

1 „ Fichtenastkohlen = 55 „ „

1 „ Buchenkohlen = 96 „ „

1 Balge Gascokes = 3 Cbkfss. = 55 Pfd.

1 „ Obernkirchner Cokes = 3 „ = 33—36 „

1 Mltr. Rösteholz = 60 Cbkfss.

1 Cbkfss. Fichtenscheitholz = 16—20 „

1 „ Fichtenstuckenholz = 17—24 „

1 Schock Waasen = 60 Stück = 120 Cbkfss. = 656—817 „

3) Nach den Ermittlungen des Vereins zur Beförderung des Gewerbflusses in Preussen verwandelte 1 Pfd. unvollkommen vercokte Meilerkohle mit 5—6% Wasser und 2,4—4,3% Asche 7,15—7,58 Pfd. Wasser von 0° in Dampf von 88—92° R. 1 Tonne Cokes = 4 Scheffel wog 251 Pfund.

4) Nach *Fife*¹⁾ verdampfte die Steinkohle von *Tar-*

¹⁾ Bgwfd. VII, 222.

neut das 5,66fache und die daraus dargestellten Cokes das 7,4fache ihres Gewichtes Wasser.

2. Gasförmige Brennmaterialien.

Geschicht-
liches.

§. 45. Allgemeines. Der würtemb. Bergrath *Fabre du Faur* führte die schon früher von *Aubertot* ¹⁾ im J. 1821 und von *Lampadius* ²⁾ um 1830 versuchte Benutzung von brennbaren Gasen im Anfange des vorigen Jahrzehntes dadurch in die Technik ein, dass er zu Wasseraufingen die aus einem Eisenhohofen entweichenden Gase in einem Flammofen verbrannte und dadurch die zum Frischen (Puddeln) des Eisens erforderliche Temperatur hervorbrachte. ³⁾ Dieses neue Verfahren wurde sogleich auf verschiedenen Werken adoptirt, demnächst aber wegen Eintritts von zum Theil unüberwindlichen Schwierigkeiten wieder aufgegeben. Diese bestanden hauptsächlich darin, dass bei sich veränderndem Ofengange auch eine Veränderung der Gichtgase in ihrer Qualität und Quantität vor sich ging, in Folge dessen der Frischprozess häufige Unterbrechungen erlitt. Gleichzeitig schien die Entziehung der Gase auf den Ofengang selbst schädlich zu influiren. ⁴⁾

Gicht- und
Generatorgase.

Wenngleich die Anwendung der Gichtgase eine allgemeine nicht geworden ist, so hat sie doch zur Darstellung von gasförmigen Brennmaterialien aus festen Brennstoffen, die als solche entweder gar nicht oder doch nur sehr unvortheilhaft zu verwerthen sind, Veranlassung gegeben. Die in eigens dazu construirten Oefen (Generatoren) aus festen Brennmaterialien erzeugten brennbaren Gase (Generatorgase) haben einen allgemeinen Eingang in die Technik gefunden und werden auch bei den verschiedensten metallurgischen Prozessen benutzt, indem dadurch ein Mittel gegeben ist, Brennstoffe, die wegen schlechter Qualität zur Verwendung auf gewöhnliche Weise sich nicht eignen, z. B. Holzklein, Kohlen-

¹⁾ Ann. d. min. 3. sér. XIII, 715

²⁾ *Erdm.*, Journ. f. ök. u. techn. Ch. V, 206.

³⁾ Bgwfd. III, 497; IV, 380, 479; VI, 209, 225, 282.

⁴⁾ Bgwfd. XII, 785.

lösche, Cokeslösche etc. nutzbar zu machen.¹⁾ Die erzeugten Gase enthalten der Hauptsache nach Kohlenoxydgas, weniger Kohlenwasserstoffgas und Wasserstoff. Das Kohlenoxydgas erzeugt sich auf die Weise, dass der Kohlenstoff des Brennmaterials entweder sogleich unvollständig verbrennt, oder vollständig unter Bildung von Kohlensäure, welche dann mit glühenden Kohlen in Berührung in das erstere brennbare Gas umgewandelt wird.²⁾

Das Wasserstoffgas hat als Brennmaterial, wozu es wohl empfohlen worden, keine verbreitete Anwendung gefunden.³⁾

§. 46. Gichtgase. Man begreift unter Gichtgasen Auffangen und
Ableiten der
Gichtgase. nicht allein die der Mündung (Gicht) von Schachtöfen entströmenden Gase, sondern hat den Begriff derselben auch wohl auf jede aus irgend einem Ofen unter gewöhnlichen Umständen unbenutzt entweichende Flamme ausgedehnt. Beim Ableiten der Gichtgase aus Schachtöfen kommt es darauf an, dass sich dieselben mit der atmosphärischen Luft nicht zu einer explosiven Gasgemenge vereinigen, und dass sie in einer passenden Höhe unter der Ofenmündung, gewöhnlich bei 8 — 11 Fuss darunter oder bei etwa 0,3 der Ofenhöhe gefasst werden. Höher hinauf sind die Gase zu sehr abgekühlt, weiter hinab pflegt der Gehalt an Kohlenoxydgas ab- und der Gehalt an Kohlensäure zuzunehmen. Die Fassung⁴⁾ der Gase geschieht entweder durch einzelne in den Ofenschacht eingesetzte Röhren, und zwar durch eine oder durch mehrere Oeffnungen *a* (Taf. I, Fig. 2), oder mittelst weiter, den obern Theil des Kernschachtes bildender Röhren *a* (Taf. I, Fig. 3 u. 4), welche letztere Einrichtung neuerdings auf französischen und englischen Hüttenwerken getroffen worden ist.⁵⁾

¹⁾ Bgwfd. VII, 33, 49; IX, 465.

²⁾ *Erdm.*, Journ. f. pr. Ch. LV, 399; LVIII, 483.

³⁾ Bgwfd. XIII, 732.

⁴⁾ Neuer Schaupl. d. Bgwkkde. XIV, 195. B. u. h. Ztg. 1850. p. 553. Bgwfd. IX, 200; XII, 8; XIV, 137.

⁵⁾ Bgwfd. XVII, 89, Taf. I, Fig. 4—6.

Bei der französischen Vorrichtung (Taf. I, Fig. 3) bezeichnet *a* einen in den Ofenschacht eingehängten Cylinder mit einem Deckel *b*, welcher durch den Handgriff *c* aufgeklappt werden kann und mit einem niederwärts gehenden Kranze versehen ist. Das Gegengewicht *d* erleichtert das Aufklappen des Deckels. Die Gichtgase treten durch die Röhre *e* aus und ihr Ausfluss wird durch das Scheibenventil *f* regulirt.

Diese Einrichtung hat den Uebelstand, dass beim Aufgeben von Brennmaterial Gase durch die Gicht entweichen oder dass atmosphärische Luft sich mit den Gasen mengt und dadurch Explosionen veranlasst werden. In dem nachstehenden englischen Apparate (Taf. I, Fig. 4) hat man dieses zu vermeiden gesucht.¹⁾ *a* Tragkreuz, 5 Fuss unter der Gichtmündung mit dem darauf befindlichen eisernen Kegel *b* und einem nach unten offenen gusseisernen Cylinder *c*, welcher die Gichtmündung bis auf die durch die damit verbundene cylindrische Röhre *d* gebildete Oeffnung verengt. Am untern Theile der Röhre *d* lässt sich eine cylindrische Hülse *e* auf- und niederschieben, so dass, wenn dieselbe auf dem Eisenkegel aufsitzt, die Gichtmündung völlig geschlossen ist. In diesem Zustande wird der Raum über dem Kegel mit Kohlen gefüllt, welche beim Aufziehen der Hülse *d* rings um den Kegel in den Schachtraum rollen, so dass also die Gicht während des Aufgebens nur einige Secunden offen bleibt. In dem Raume *f* sammeln sich die Gichtgase an und treten durch die Röhre *g* aus. Die Esse *h* kann zur Regulirung der Gasableitung dienen.

In Deutschland ist der mehr oder weniger modificirte Wasseralfinger Apparat (Taf. I, Fig. 1) am häufigsten in Anwendung. *a* Oeffnungen an der Peripherie des Schachtes, durch welche die Gichtgase in einen gemeinschaftlichen Canal *b* gelangen und von hier durch die Röhre *d* abgeleitet werden können. *c* Röhre zum Reinigen der Canäle von Flugstaub.

Das Verbrennen der Gase geschieht entweder durch

¹⁾ *Tunner's Jahrb.* II, 203. *B. u. h. Ztg.* XI, 606.

Zug- oder durch Gebläseluft. Als das zweckmässigste Gebläse für die Gasöfen ist das Schneckengebläse empfohlen.¹⁾

Die Zusammensetzung der Gichtgase variirt im Allgemeinen nach der Qualität des angewandten Brennmaterials, nach der Temperatur und Compression der Verbrennungsluft und nach der Höhe, bei welcher die Auffangung derselben im Ofen geschieht. Sie sind Gemenge von brennbaren Gasen (Kohlenoxyd, Wasserstoff, Kohlenwasserstoff) und von unbrennbaren Gasen (Kohlensäure und Stickstoff). Wasserstoff und Kohlenwasserstoff erzeugen sich entweder durch trockne Destillation des Brennstoffs oder durch Einwirkung der mit der Luft in den Ofen eindringenden Feuchtigkeit, indem nach *Bunsen*²⁾, wenn man Wasserdampf über glühende Kohlen leitet, ein Gemenge von

Zusammensetzung der Gichtgase.

Wasserstoff	= 56,52 Theilen	= 4 Volumina
Kohlenoxyd	= 28,71 „	= 2 „
Kohlensäure	= 14,77 „	= 1 „

erhalten wird. Der Stickstoff rührt von der Verbrennungsluft her.

Nach *Scheerer* kommen folgende Zusammensetzungen der Gichtgase dem Gewichte nach mit den beigefügten Wärmeeffecten vor:³⁾

¹⁾ Bgwfd. IV, 479.

²⁾ *Liebig's Ann. d. Ch. u. Pharm.* LXXXV, 150.

³⁾ Apparate zum Auffangen der Gichtgase behuf ihrer Analyse: Bgwfd. V, 229. *Erdm., Journ. f. pr. Ch.* XLII, 145.

	Holzkohlen		Cokes	Steinkohlen
	I	II		
Stickstoff	63,4	59,7	64,4	56,3
Kohlenoxydgas	29,6	20,2	34,6	21,5
Kohlensäure	5,9	19,4	0,9	15,2
Kohlenwasserstoff (leichter)	1,0	0,3	0,0	4,2
Wasserstoff	0,1	0,4	0,1	1,0
Kohlenwasserstoff (schwerer)	0,0	0,0	—	1,8
Summa:	100,0	100,0	100,0	100,0
Absoluter Wärmeeffect . . .	0,081	0,0600	0,077	0,162
Specifischer „	0,000105	0,000078	0,0001	0,000211
Pyrometrischer „	1255° C	1075° C	1265° C	1480° C

Analysen von
Gichtgasen.

Die Analyse der Gichtgase ist zuerst von *Bunsen* geschehen und liegt dessen Analysirmethode den nachfolgenden Untersuchungen solcher Gase im Wesentlichen zum Grunde.

A. Gichtgase der Eisenhohöfen¹⁾

1) aus Holzkohlen

- a) zu Veckerhagen nach *Bunsen*. *Pogg. Ann.* XL, 193.
- b) zu Clerval nach *Ebelmen*. *Ann. d. min.* 3. sér. XX, 359. *Bgwfd.* V, 257; VIII, 433, 449, 465, 481; XIV, 443.
- c) zu Bärum in Norwegen nach *Scheerer* und *Langberg*. *Pogg.*, *Ann.* LX, 489. *Bgwfd.* VII, 289; IX, 189.

2) aus einem Gemenge von Holzkohlen und lufttrocknem Holze zu Audincourt nach *Ebelmen*. *Ann. d. min.* 3. sér. XX, 359. *Bgwfd.* V, 257; VII, 33. *Erdm.*, *Journ. f. pr. Ch.* XXVI, 236, 242; LII, 293.

3) aus Cokes zu Vienne und Pont l'Evêque. *Ann. d. min.* 4. sér. V, 3.

4) aus Steinkohlen zu Alfretton nach *Bunsen* und *Playfair*. *Erdm.*, *Journ. f. pr. Ch.* XLII, 145. *Berzel.*, *Jahresber.* 1848. p. 54 und 199. *Bgwfd.* XII, 369.

B. Gichtgase der Eisenfrischheerde von Holzkohlen zu Audin-

¹⁾ *Valerius*, Handb. der Roheisenfabrikation, deutsch v. *Hartmann*. Freiberg bei Engelhardt. 1851. p. 481. Ergänzungsheft 1853. p. 91. Desselben Handb. der Stabeisenfabrik. Freiberg 1845. p. 99. Erstes Ergänzungsheft 1848. p. 24. *Hartmann*, Handb. d. Eisengiesserei. Freiberg bei Engelhardt. 1847.

court, nach *Ebelmen*. Ann. d. min. 4. sér. III, 167. Bgwfd. VI, 296; VII, 1.

C. Gichtgase der Kupfer-, Blei- und Silberschmelzöfen und zwar

1) aus den Mansfeld'schen Kupferschiefer-Oefen

a) von Holzkohlen nach *Bunsen*, *Pogg.*, Ann. L, 81. Bgwfd. III, 257, und *Heine*, Bgwfd. V, 209; VI, 513.

b) von Cokes ebendaher.

c) von Cokes und Holzkohlen ebendaher.

d) von Cokes und Steinkohlen, Bgwfd. VII, 545.

e) von Holz ebendaher.

2) aus russischen Kupferschmelzöfen nach *Schubin*. B. u. h. Ztg. 1846. p. 569.

3) aus Freiburger Rohsteinschmelzöfen von Cokes nach *Kersten*. B. u. h. Ztg. III. 137.

Die Farbe der Gichtflamme gibt oft ein Anhalten zur Beurtheilung des Prozesses, namentlich bei Eisenhohöfen. Dieselbe rührt theils von den in ihr zur Verbrennung gelangenden Gasarten (Kohlenoxydgas, Wasserstoffgas, Kohlenwasserstoffgas), theils von den darin suspendirten glühenden Partikeln fester Stoffe (Bleioxyd, Zinkoxyd, Antimonoxyd, Kieselerde, kohlensaures Kali, Staub von Kohlen, Erzen und Zuschlägen, Asche von Brennmaterial etc.) her. Zinkoxyd bewirkt weisse, Blei- und Antimonoxyd gelblichweisse, kohlensaures Kali, Staub von Kohlen, Erz und Zuschläge röthlichgelbe und gelblichrothe Färbungen. Bei der Färbung der Gichtflamme aus Eisenhohöfen scheint nach *Müller*¹⁾ das kohlensaure Kali eine grosse Rolle zu spielen. Bei einem ungestörten Ofenbetriebe reducirt sich das Kali der Brennmaterialasche im Gestell, das Kalium steigt im Ofenschachte empor, verwandelt sich dann in kohlensaures Kali und färbt die von Kohlenoxydgas blaugefärbte Gichtflamme violett. Wird der Ofengang durch Temperaturerniedrigung unregelmässig, so wird auch die Reduction des Kalis gestört und die Gichtflamme wird mehr oder weniger gelb gefärbt, womit eine Zunahme der Temperatur an der Gicht verbunden zu sein pflegt. Der Eintritt der gelben Färbung erklärt sich dadurch, dass Kohlenoxydgas bei

Ursachen der
Färbung der
Gichtflamme.

¹⁾ Bgwfd. V, 283.

niedriger Temperatur mit blauer, bei höherer Temperatur mit gelber Flamme verbrennt.

Anwendung
der Gichtgase.

Die Verwendung der Gichtgase zu metallurgischen und sonstigen industriellen Zwecken ist sehr mannigfach. Man benutzt z. B.

1) die Gichtflamme der Eisenhohöfen¹⁾ zum Eisenpuddeln, zum Rösten der Eisensteine, zur Erhitzung der Gebläseluft, zum Darren und Verkohlen des Holzes, zum Ziegel- und Kalkbrennen, zur Heizung von Dampfkesseln etc.

2) die Gichtflamme der Cupoloöfen²⁾ zum Erhitzen der Luft, der Dampfkessel etc.

3) die Gichtflamme von Eisenfrischheerden³⁾ zum Erhitzen der Gebläseluft, zum Vorwärmen des zu verfälschenden Roheisens, zum Schweissen der Frischeisenstücke, zum Puddeln, zum Darren des Holzes.

4) die Gichtflamme eines Kupferschmelzofens⁴⁾ auf einer russischen Hütte zum Gaarmachen des Schwarzkupfers im Spleissofen.

Die Gichtgase aus den Mansfelder und Riechelsdorfer⁵⁾ Kupfer- und aus den Freiburger Rohöfen gestattet wegen ihrer geringen Brennbarkeit eine weniger vortheilhafte Benutzung, als Gichtgase aus Eisenhohöfen.

5) die Gichtgase aus Bleiöfen. *Rienecker*⁶⁾ hat die

¹⁾ Bgwfd. III, 479; IV, 156, 267, 302, 304, 479; VI, 209, 225, 282, 319; VII, 94, 465; VIII, 198, 222; IX, 465; X, 104, 121; XI, 469; XII, 7; XIII, 517. *Dingl.*, CXXVII, 116, 261; LXXXIX, 119. *Pogg.*, Ann. L, 81, 637. *Erdm.*, Journ. f. pr. Ch. XXII, 389; XXVI, 248, 231. B. u. h. Ztg. IX, 353, 369, 673; XI, 579.

²⁾ Bgwfd. XI, 125. *Polyt. Centr.* 1847. p. 917. B. u. h. Zeitg. 1842. p. 261.

³⁾ *Erdm.*, Journ. f. ök. u. techn. Ch. VII, 137. Bgwfd. IV, 449, V, 89, 169, 850; VI, 296; IX, 513; XI, 97; XII, 462; XIII, 641. *Polyt. Centr.* 1850, p. 428. *Dingl.*, CXXX, 30. B. u. h. Ztg. 1854. p. 12; V, 89, 169, 850.

⁴⁾ B. u. h. Ztg. V, 569.

⁵⁾ Ann. d. min. 4. sér. IV, 541.

⁶⁾ Bgwfd. XI, 617.

beim Treibeprozesse entweichende bleioxydhaltige Flamme zum Brennen und Glasiren von Thonsteinen angewandt.

Gichtgase aus Oberharzer Bleiglanzschliegöfen ¹⁾ gaben beim Rösten von Bleistein nicht den gewünschten Effect.

§. 47. Generatorgase. Die Erzeugung der brennbaren Gase aus rohen oder verkohlten festen Brennmaterialien beruht auf der unvollkommenen Verbrennung derselben in Schachtöfen bei beschränktem Luftzutritte und bei dichter Uebereinanderschichtung. Die beim Zusammentreffen der Luft mit dem Brennmateriale gebildete Kohlensäure wird, indem sie zwischen glühenden Kohlen in die Höhe steigt, zu Kohlenoxydgas reducirt. Die in einer gewissen Höhe aus dem Generator abgeleiteten Gase führt man entweder direct in den Feuerungsraum und verbrennt sie unter Zuleitung von kalter oder erhitzter Zugluft (Taf. I, Fig. 5 und 6), oder dieselben werden in einem Reservoir *b* (Taf. IV, Fig. 67, 68) aufgesammelt, aus dem sie dann durch einen Schlitz *c* über die Feuerbrücke auf den Heerd strömen und mittelst erhitzter Gebläseluft, welche aus einem Sammelkasten *d* durch mehrere Düsen austritt, verbrannt werden (Wasseralfinger Apparat ²⁾). Der Verbrennungsapparat von *Eck* zur Königshütte hat eine wesentlich andere Construction. ³⁾ Je nachdem man bei Erzeugung der Gase Zug- oder Gebläseluft anwendet, unterscheidet man:

Darstellung
der Generator-
gase.

1) Zuggeneratoren, welche hauptsächlich mit lockeren und in grösseren Stücken vorhandenen Brennmaterialien, wie Holz, Tannzapfen, Torf, Braunkohlen etc. gespeist werden und einfacher und weniger kostspielig herzustellen sind, als die Gebläsegeneratoren. Dagegen haben sie die Unannehmlichkeit, dass man die Gase nicht mittelst niedergehender Röhren, ohne den Zug zu

Zuggenera-
toren.

¹⁾ *Kerl*, Oberharz. Hüttenprozesse. 1852, pag. 106.

²⁾ *Ann. d. min.* 4. sér. I, 433. *B. u. h. Ztg.* II, 697.

³⁾ *Ann. d. min.* 4. sér. V, 505. Construction der Gasöfen: *Valerius*, Handb. d. Stabeisenfabrik., deutsch von *Hartmann*. Freiberg bei Engelhardt. 1845, p. 106, 199. Zweites Ergänzungsheft. Freiberg 1851. p. 43.

Kerl, Hüttenkunde.

schwächen, auf den Feuerheerd leiten kann, in Folge dessen ein Theil des Generators unter der Hüttensohle zu liegen kommt, wenn der Gasabführungschanal mit dem Heerde in einem Niveau liegen soll.

Besonders *Bischof*¹⁾ in Mägdesprung hat diese Art von Gasgeneratoren vervollkommenet und sich überall um die Erzeugung und Nutzbarmachung der brennbaren Gase vieles Verdienst erworben. Auch ist von *Thoma*²⁾ eine auf practische Erfahrungen gestützte Anleitung zur Erzeugung gasförmiger Brennstoffe aus verschiedenen Materialien und zur Construction von Gasgeneratoren gegeben worden. *Bischof's* Apparat (Taf. I, Fig. 7) hat die folgende Construction:

- a* Klappe mit Charnier zum Aufklappen etc.
- b* Kranz mit Sandfüllung.³⁾
- c* Raum zur Aufnahme der jedesmaligen Füllung von Brennmaterial.
- d* Schieber mit Falz an 2 Seiten, vorn mit angenietetem Stab und Griff zum Oeffnen.
- e* Kranz.
- f* Füllung (gesiebte Sägespähne).
- g* Canal zum Ableiten der Gase.
- h* Schieber zur Regulirung der abziehenden Gas-mengen.
- i* Düsen, durch welche Gebläseluft zum Verbrennen der Gase ausströmt.
- k* Ofenschacht.
- l* Schief liegender Rost.
- m* Aschenfall.
- n* Eiserne Vorsetzthüre mit mehreren Oeffnungen zur Regulirung des Luftzutritts.
- o* Eiserne Vorsetzthüre, zu dem Innern des Ofens führend.

¹⁾ *Bischof*, die indirecte, aber höchste Nutzung der rohen Brennmaterialien etc. Quedlinburg 1848. B. u. h. Ztg. III, 337; 1844. p. 528. Bgwfd. IX, 465; XI, 633.

²⁾ *Dingl.*, CXX, 423.

³⁾ Ueber Sandverschluss. *Dingl.*, CXII, 462.

p Löcher, mit Steinen verschliessbar, zur Beobachtung der Temperatur im Ofen.

Aehnliche Generatoren zur Erzeugung von Torfgas zum Eisenpuddeln sind zu Ilsenburg¹⁾ und Mandelholz am Harze in Anwendung. Sie unterscheiden sich in ihrer Construction von den Mägdesprunger Apparaten im Wesentlichen dadurch, dass man von der Mündung des Ofens einen mit einem Deckel versehenen gusseisernen Cylinder in den Schachtraum hinab hängen lässt und denselben während des Prozesses stets bis an seine obere Mündung mit Brennmaterial gefüllt erhält. Zwischen den Cylinder- und Ofenwänden bleibt dann ein ungefüllter Raum, in welchem sich die erzeugten Gase ansammeln und von hier austreten (Taf. I, Fig. 8).

Man kann den Feuerungsraum eines jeden Flammofens dadurch in einen Gasgenerator verwandeln, dass man den Rost hinreichend tief legt, und finden solche Oefen z. B. zu Freiberg²⁾ beim Rösten der Erze und Steine, bei der Zinkdestillation in Schlesien³⁾ und zu Linz⁴⁾ am Rhein etc. Anwendung.

Bei den Freiburger Oefen (Taf. I, Fig. 5 und 6) wird durch die Oeffnung *a* der Schacht *b* mit Reisig gefüllt. Zu beiden Seiten des Feuerungsraumes laufen zwei Canäle *c* und *d* in die Höhe und bei *e* zusammen, durch welche die zum Verbrennen der Gase dienende Luft ein- und sodann in den Gasabführungscanal *f* tritt und sich mit den Gasen mengt. Zur Regulirung der Verbrennungsluft dient der Schieber *g*; *h* sind Beobachtungslöcher.

2) Gebläsegeneratoren (Taf. I, Fig. 8) gestatten die Benutzung von kleinen Stücken dichter Brennstoffen, z. B. Holzkohlenklein, Cokeslösch, Anthracit. Es sind indessen mit ihrer Anwendung mancherlei Uebelstände verbunden. Die Asche des Brennmaterials schmilzt leicht, wodurch der Zug gehemmt und dann wohl Veranlassung zu Explosionen dadurch gegeben wird, dass un-

Gebläsegeneratoren.

¹⁾ B. u. h. Ztg. 1854. p. 14, 162.

²⁾ Grützner, Augustin'sche Silberextraction. 1851. p. 41.

³⁾ Karsten's Arch. 2. R. XXIII, 729.

⁴⁾ B. u. h. Ztg. 1853. p. 36.

zersetzte Luft im Ofen in die Höhe steigt und sich mit den brennbaren Gasen mischt. Ferner wird viel Flugstaub mit übergerissen, zu dessen Auffangung Sammelräume in der Gasleitungsröhre vorhanden sein müssen, wodurch der Weg des Gases nicht ohne Nachtheil auf dessen Effect verlängert wird. Dagegen gestatten solche Generatoren die Abführung der Gase durch niederwärts gehende Röhren und liefern gleichzeitig eine bedeutende Quantität Gas mit grösserer Geschwindigkeit, als die Zuggeneratoren.

Man leitet die Luft entweder nur durch eine ¹⁾ oder durch mehrere Oeffnungen ²⁾ in den Generator und wendet auch wohl gleichzeitig, wie z. B. bei Anthracit, neben erhitzter Luft Wasserdämpfe an. ³⁾

Die Anwendung der aus Holz, ⁴⁾ Torf, ⁵⁾ Braunkohlen, ⁶⁾ Steinkohlen, ⁷⁾ Anthracit, ⁸⁾ Holzkohlen ⁹⁾ und Cokes ¹⁰⁾ erzeugten Gase geschieht zu den verschiedensten industriellen und metallurgischen Zwecken. ¹¹⁾

¹⁾ B. u. h. Ztg. V, 176. Bgwfd. IX, 521, 529.

²⁾ Bgwfd. VII, 26; IX, 249. B. u. h. Ztg. 1844. p. 53.

³⁾ Polyt. Centr. 1846. p. 492. *Dingl.*, CIII, 289. Bgwfd. X, 454; VIII, 505. B. u. h. Ztg. 1849. p. 242.

⁴⁾ B. u. h. Ztg. 1849, Nro. 6; 1851, p. 469; 1852, p. 610. *Le Blanc*, Eisenh. IV, 71. Ann. d. min. 4. sér. III, 207.

⁵⁾ Bgwfd. XIII, 39, 100; XVI, 430. B. u. h. Ztg. 1849. p. 81, 364. *Le Blanc*, Eisenh. IV, 71. Ann. d. min. 4. sér. III, 207. Polyt. Centr. 1849. p. 364; 1854. p. 303.

⁶⁾ *Karst.*, Arch. 2. R. XXIII, 411. Bgwfd. VII, 26; IX, 249; XI, 249, 309. B. u. h. Ztg. 1844. p. 53, 73, 89, 92, 142, 184; 1845. p. 521.

⁷⁾ *Karst.*, Arch. 2. R. XXIII, 729. B. u. h. Ztg. 1843. p. 611. Bgwfd. IX, 344, 521.

⁸⁾ Polyt. Centr. 1846. p. 492. Bgwfd. VIII, 505; X, 454. B. u. h. Ztg. 1849. p. 242. *Dingl.*, CIII, 289. Ann. d. min. 4. sér. XIII, 128.

⁹⁾ B. u. h. Ztg. 1852. p. 611, 627, 645. *Le Blanc*, Eisenh. IV, 71. Ann. d. min. 3. sér. III, 207, Bgwfd. XIII, 123.

¹⁰⁾ *Le Blanc*, Eisenh. IV, 72. Ann. d. min. 4. sér. V, 79.

¹¹⁾ *Karst.*, Arch. 2. R. XVII. Hft. 2. Polyt. Centr. 1843. Hft. 11. Bgwfd. VI, 296; VII, 33, 49, 465; IX, 465, 344, 480; X, 186; XI, 204; XII, 271, 462. B. u. h. Ztg. V, 817; VI, 225. *Erdm.*, Journ. f. ök. u. techn. Ch. V, 206. Jahrb. f. d. sächs. Berg- u. Hüttenmann. 1849. p. 95. *Thoma's Eisenhüttenbetrieb mit Gasen.*

Die Generatorgase haben nach *Scheerer* bei Anwendung desselben Brennmaterials und verschiedener Generatoren dem Gewichte nach folgende Zusammensetzung: Zusammensetzung der Generatorgase

	Holz		Torf	Holzkohlen	Cokes
	I	II			
Stickstoff . . .	53,2	55,5	63,1	64,9	64,8
Kohlenoxydgas .	34,5	21,2	22,4	34,1	33,8
Kohlensäure . .	11,6	22,0	14,0	0,8	1,3
Wasserstoffgas .	0,7	1,3	0,5	0,2	0,1
Summa:	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Absol. Wärmeeffect	0,095	0,084	0,063	0,079	0,075
Specif. „	0,000124	0,000109	0,000082	0,000103	0,000098
Pyrom. „	1325° C	1165° C	1070° C	1260° C	1240° C

IV. Abschnitt.

Von den Hüttenapparaten.

§. 48. Allgemeines. Die Hüttenapparate lassen sich nach ihrer Verwendung eintheilen in solche zu chemisch-metallurgischen Prozessen auf trockenem und nassem Wege, und in solche zu mechanisch-metallurgischen Prozessen. Eintheilung der Hüttenapparate.

Erste Abtheilung.

Apparate zu chemisch-metallurgischen Prozessen auf trockenem Wege.

§. 49. Allgemeines. Die hierher gehörigen Apparate nennt man im Allgemeinen Oefen, Oefen. von mehr oder

B. u. h. Ztg. 1851. Nro. 25. *Dingl.*, CXX, 272; CXXI, 76.
Hartmann, über den Eisenhüttenbetrieb mit Gasen. 2 Hfte.
 Quedlinburg 1844 u. 1845.

weniger feuerfesten Materialien begrenzte Räume, in welchen die Erze oder Hüttenproducte für sich oder mit andern Stoffen einer höhern Temperatur ausgesetzt werden, bei welcher die beabsichtigten chemischen Actionen stattfinden. Die Zuleitung der zum Verbrennen der Brennmaterialien erforderlichen Luft geschieht entweder durch natürlichen Zug (Roste und Essen) oder durch einen comprimierten Luftstrom (Gebläse).

Erstes Kapitel.

Materialien zum Ofenbau.

Qualität der
Baumaterialien.

§. 50. Beschaffenheit der Ofenbaumaterialien. Man stellt an diese Materialien die Anforderung, dass sie die Temperatur, welche der in dem Ofen vorzunehmende chem. Prozess erfordert, aushalten ohne zu schmelzen, durch die chem. Einwirkung der Atmosphärien, der Erze und der Flamme möglichst wenig verändert werden und den Temperaturwechsel ertragen ohne zu reißen. Sehr strengflüssige Materialien werden feuerfest genannt. Man kann sich von ihrem Verhalten bei erhöhter Temperatur durch einen Versuch vor dem Löthrohre oder im Zugofen überzeugen.¹⁾

Die genannten Bedingungen können erfüllen:

A) Natürlich vorkommende, aus Kieselerde oder sehr schwer schmelzbaren Thonerdesilicaten bestehende Gesteine, als:

Sandsteine.

1) Sandsteine, und zwar besonders diejenigen Arten, deren Quarzkörner durch ein quarziges Bindemittel zusammengehalten werden (Quadersandsteine); weniger feuerbeständig sind die Sandsteine mit thonigem, kalkigem oder eisenschüssigem Bindemittel (Kohlensandsteine).

Thonerdesilicate.

2) Talk-, Chlorit-, Glimmerschiefer, Gneuss, Granit, Porphyre und Hornfels liefern ebenfalls ein

¹⁾ Ueber die Prüfung feuerfester Steine. Mitthl. d. Gew.-Ver. f. d. Königr. Hann. 1838. Lief. 17, p. 247; 1839, Lief. 20. p. 410.

gutes Material, wenn sie nicht zu viel Stoffe, namentlich Kalk, Alkalien und Eisenoxydul enthalten, welche sie weniger feuerbeständig machen.¹⁾

3) Thonschiefer²⁾ und Grauwacke, welche z. B. auf den Harzer Hütten häufig verwandt werden, enthalten 44—79% Si, 10—36% Al, 5—16% Fe, 2—16% Ca, 0,5—3% Mg, 1—7% K, 0,04—2% Na und 1—7% H. Oberharzer Thonschiefer schmilzt leichter als Landlehm.

Thonschiefer
u. Grauwacke.

B) Künstlich bereitete feuerfeste Steine, sogen. Chamottesteine, welche aus einem feuerbeständigen, an Kiesel- und Thonerde reichem, aber an Kalk, Eisenoxydul und Alkalien armem, Thone hergestellt werden.

Feuerfeste
Thonsteine.

Um dessen Strengflüssigkeit zu steigern und das Schwinden und Rissigwerden beim Brennen zu verhindern, versetzt man den Thon mit schon gebranntem Thon, Sand, Kohle, Cokes, Graphit. Eines besondern Rufes hinsichtlich ihrer Feuerbeständigkeit geniessen die englischen³⁾, belgischen⁴⁾, Passauer⁵⁾ und Almeröder⁶⁾ Thonwaaren. Den englischen Mauersteinen (fire bricks), welche eine grosse Festigkeit und Härte mit einer gewissen, dem Springen entgegenwirkenden Zähigkeit verbinden, kommen die Uslar'schen feuerfesten Steine⁷⁾ im Königreich Hannover am nächsten.

Die Zusammensetzung dieser verschiedenen Thonarten⁸⁾ ist aus nachstehender Zusammenstellung ersichtlich:

¹⁾ Ueber die Schmelzbarkeit erdiger Fossilien: *Lamp.*, Hndb. d. Hüttenkde. I, §. 123 (1817).

²⁾ Thonschieferanalysen: *Kerl*, Oberharzer Hüttenpr. 1852. p. 78.

³⁾ *Bgwfd.* XV, 650. B. u. h. Ztg. 1853. pag. 143.

⁴⁾ *Valerius*, Handb. d. Roheisenfabrik., deutsch von *Hartmann*. Freiberg 1851. p. 309.

⁵⁾ *Berth.*, metall.-analyt. Chem. I. 64.

⁶⁾ *Erdm.*, Journ. f. pr. Ch. IV, 493. *Erdm.*, Journ. f. ök. u. techn. Ch. XVIII, 125.

⁷⁾ Mitthl. d. Gew.-Ver. f. d. Kngr. Hannover. 1838, p. 242; 1839, p. 410, 353.

⁸⁾ *Berth.*, analyt.-met. Ch. I, 37. *Bodem.*, Probirk. 1845. p. 54. *Fresenius*, über nassauischen Thon. *Erdm.*, Journ. f. pr. Chem. LVII, 65. *Karst.*, Arch. I. R. VII. 391. *Erdm.*, Journ. f. ök. u. techn. Chem. II, 108, 399; XIII, 363.

	Passauer Thon nach			Hessischer Thon nach		Stourbridge - Thon nach	
	Ber- thier	Forch- hammer	Fuchs	Wurzer	Ber- thier	Ber- thier	Heeren
Kieselerde . . .	42,4	43,30	43,65	10,1	46,5	63,7	69,993
Thonerde . . .	57,6	33,56	35,93	65,4	34,9	20,7	19,050
Eisenoxyd . . .	0,7	2,59	1,00	1,2	3,0	4,0	2,702
Kohlens. Kalk . .	—		0,88	0,3	—	—	—
Wasser	—	16,44	18,00	23,0	15,2	10,3	6,800
	100,7	95,89	99,46	100,0	99,6	98,7	98,545

Feuerbeständige Thonwaaren, wie sie zur Anwendung kommen, haben folgende Zusammensetzung:

	Si	Al	Fe
Hessische nach Berth.	70,9	24,8	3,8
Englische nach Berth.	71,1	23,0	4,0

Wurzer fand in hessischen Schmelztiegeln 66 — 75,1% Si, 8 — 17% Al, 2,8 — 5% Fe, 0,6 — 1,4% Mg, 0,8 — 1,2% Mn und 5,3 — 21 Ti.

Nach *Le Play* ist die mittlere Zusammensetzung aller verschiedenen bei den Waleser Hüttenprozessen benutzten feuerfesten Thone folgende:

Si	Al	Mg	Fe
79,5	20,0	0,3	0,2

Backsteine.

Weniger feuerbeständig als die genannten Materialien sind die Back-, Barren- oder Ziegelsteine¹⁾, welche aus einem Kalk, Eisenoxyd und Alkalien enthaltenden Thone (Lehm) gebrannt werden. Zuweilen wendet man, wie auf den Oberharzer Hütten, ungebrannte Steine von gepochtem Thonschiefer²⁾ an, welche erst beim Schmelzprozesse selbst gebrannt werden. Haben die Barnsteine beim Brennen eine angehende Schmelzung erlitten, so nennt man sie Klinker³⁾, welche sich für Rösteappa-

Klinker.

¹⁾ Untersuchung einiger Lehmarten in Bezug auf ihre Brauchbarkeit zu Back- und Barnsteinen. Polyt. Centrbl. 1847. p. 1301.

²⁾ Kerl, Oberharzer Hüttenpr. 1852. p. 125. Dingl., CXIII, 133 Polyt. Centrbl. 1847. pag. 1301.

³⁾ Berlin. Hand.-, Industrie u. Gewerbeblätter. IV, 205.

rate sehr gut eignen, dagegen weniger für Schmelzöfen, weil sie beim Erhitzen leicht springen.

C) Feuerfeste Bindemittel zur Ausfüllung der Fugen zwischen den Mauersteinen. Hierzu empfiehlt sich am besten eine den Mauersteinen ähnlich zusammengesetzte Substanz, die gewöhnlich in Form eines guten Lehm. Lehm angewandt wird. Kalkmörtel¹⁾ eignet sich Kalkmörtel. weniger, weil derselbe bei der Temperatur des Schmelzofens keine Kohlensäure anziehen und nicht erhärten kann.

Gypsmörtel schmilzt leicht. Sehr häufig bedarf man gar keines Bindemittels, indem es genügt, gut behauene Steine sorgfältig an einander zu setzen. Gypsmörtel.

D) Feuerfeste lose Massen zur Bildung des Schmelzheerdes. Selten pflegt das Schmelzen etc. der Erze direct auf den feuerfesten Steinen des Gemäuers zu geschehen, wie dies z. B. im Eisenhohofen, in Schacht- und Flammöfen zum Rösten, der Fall ist, vielmehr gibt man diesen eine Decke (Heerd, Sohle, Heerdsohle), auf welcher die Schmelzung stattfindet. Eine solche Decke darf bei der Temperatur, welche der Schmelzprozess etc. erheischt, nicht flüssig oder rissig werden und muss möglichst wenig auf das Schmelzgut einwirken.

Diese Bedingungen erfüllen mehr oder weniger:

1) das Gestübbe, ein mit Kohlen-²⁾, Cokes-³⁾ oder Gestübbe. Anthracitpulver⁴⁾ gemengter Thon (Lehm) oder Thonschiefer⁵⁾. Gewöhnlich nennt man ein aus gleichen Theilen Kohlen und Thon bestehendes Gemenge mittleres, bei mehr Thon schweres und bei weniger Thon leichtes Gestübbe; auf den verschiedenen Hütten erleidet jedoch

¹⁾ John, über Kalk und Mörtel, Berlin 1819. Vicat, neue Versuche über Kalk und Mörtel. Berlin 1825. Bgwfd. XI, 729. Fuchs, über Kalk u. Mörtel. Erdm., J. f. pr. Chem. VI, 132. Dingl., XLIX, 287. Raucourt de Charleville, Kunst, guten Mörtel zu bereiten. Deutsch von Hartmann, 1832. Forster, Anleitung, Kalk und Mörtel zu bereiten. Berlin 1820.

²⁾ Kerl, Oberharzer Hüttenproz. 1852. p. 78.

³⁾ Jahrb. f. d. sächs. Berg- und Hüttenm. 1831, p. 144. Lampad., Fortschr. 1839. p. 75.

⁴⁾ Erdm., Journ. f. pr. Ch. IV, 424.

diese Nomenclatur Abänderungen. Durch Zusatz von etwas Mergel oder Sand lässt sich das Gestübbe feuerfester (schwerer) machen. Dies ist um so erforderlicher, je fressender die Erze etc. sind und je länger der Heerd halten soll. Cokes und Anthracit in geringerer Menge vorhanden als Holzkohlen, geben dem Heerde eine grössere Haltbarkeit, als letztere.¹⁾ Auf den Freiburger Hütten hat man das Gestübbe aus gleichen Theilen Kohlenlösch und Lehm gegen ein solches aus 2 Theilen Cokeslösch und 1 Theil Lehm umgetauscht; auf den Oberharzer Silberhütten setzt man dasselbe für die meisten Arbeiten aus 1 Theil Thonschiefermehl und 2 Theilen Kohlenlösch zusammen, beim Glättfrischen nimmt man von beiden gleiche Theile; am Unterharze besteht das schwere Gestübbe aus gleichen Theilen Kohlenlösch und Lehm, beim Verblasen der Schwarzkupfer im Spleiss- oder Granulierofen setzt man zu 2 Theilen schwerem Gestübbe 1 Theil Mergel, und beim Gaarmachen auf dem kleinen Heerde wird dem Gestübbe etwas Sand beigemengt.

Das Gestübbe schützt das Ofengemäuer gegen das Wegfressen durch die flüssige Schlacke, gestattet ein leichteres Wegräumen der Ansätze, hält als schlechter Wärmeleiter die Hitze zusammen und wirkt wegen seines Kohlengehaltes reducirend. Zwar wird dasselbe mit der Zeit zerstört, lässt sich jedoch leicht erneuern.

Die Bereitung des Gestübbes geschieht durch Zusammenpochen oder sonstiges Mengen der gesiebten Substanzen und nachheriges Benetzen mit Wasser, in welchem Zustande sich dasselbe ballen und mit hölzernen, eisernen oder bleiernen Stössern in die gewünschte Form bringen lässt.

Thon u. Lehm.

2) Thon oder Lehm werden in angefeuchtetem Zustande wohl für sich angewandt, wenn eine Beimengung von Kohle nicht zulässig ist. Solche Heerde etc. reissen leicht und müssen sehr sorgfältig abgewärmt werden (Verschmelzen der Bleierze in Flammöfen). Hierher gehört auch die Masse, ein Gemenge von feuerfestem Thon

Masse.

¹⁾ *Lampad.*, Fortschr. p. 75.

mit schon gebranntem Thon, Ziegelstücken oder Quarz, woraus man Gestelle in Eisenhöfen, Kupoloöfen etc. aufstampft.¹⁾ (Oberharzer Eisenhöfen.)

3) Quarzsand, welcher vorzüglich in den zum Quarzsand. Kupferschmelzen dienenden Flammenöfen zur Verwendung kommt. Der auf den Wälder Kupferhöfen benutzte Quarzsand besteht nach *Le Play* aus 86 Quarz und Si, 5,7 Ca, 0,8 Mg, 1,6 Al, 1,2 Fe, 4,5 C und einer Spur H.

4) Zerkleinerte Schlacken, wie beim Frischen des Schlacken. Eisens im Flammenofen.

5) Ausgelaugte kalkreiche Holzasche (Aescher), Aescher. früher ganz allgemein zum Ausschlagen der Treibheerde im Gebrauch, jetzt meistens durch Mergel verdrängt, welcher wegen seiner gleichmässigen Beschaffenheit ein sichereres Arbeiten zulässt und bei seiner grössern Dichtigkeit weniger Blei- und Silberoxyd einsaugt und dadurch ein besseres Ausbringen an Blei und Silber gestattet. Die Hauptbestandtheile des gewöhnlich von Seifensiedern bezogenen Aeschers sind: Aetzkalk, kohlensaure Kalkerde und Magnesia, gebunden an Phosphorsäure, Kieselsäure und Kohlensäure. Bei zu bedeutendem Thongehalte wird der Heerd leicht rissig.

Beigemengte kohlige Theile sind durch vorheriges Ausglühen zu entfernen. Buchenasche liefert das beste Heerdmaterial. Ein zu Treibheerden tauglicher Aescher enthält 66 — 70% kohlensauen und Aetzkalk, 17 — 21% Kieselerde, 10—11% Thonerde und 2—4% Eisenoxyd.

6) Mergel, im Wesentlichen kohlensaurer Kalk, wel- Mergel. chem Thon und Sand in schwankenden Verhältnissen beigemischt sind, wonach man, je nach dem vorwaltenden Bestandtheile, Kalk-, Thon- und Sandmergel unterscheidet. Schon in den Jahren 1803—1804 wurden zu Tadjowa²⁾ in Niederungarn Mergelheerde beim Silberabtreiben mit

¹⁾ Ueber Massengestelle: *Karst.*, Arch. 1. R. II, 116; VII, 391. *Lamp.*, Fortschr. 1839, p. 74. *Weniger*, der pract. Schmelzmeister. Carlsbad 1851. p. 88, 110.

²⁾ Zeitschrift f. d. österr. Berg- und Hüttenwesen. 1853. p. 404. B. u. h. Ztg. 1854. p. 62.

gutem Erfolge versucht, 1813 zu Tarnowitz in Oberschlesien,¹⁾ 1815 in Freiberg,²⁾ 1828 am Com.-Unterharze,³⁾ sowie einige Jahre darauf auch auf den Oberharzer Silberhütten.⁴⁾

Die auf den Harzer Hütten zur Verwendung kommenden guten Treibmergel erkennt man ungefähr an dem Zerfallen der grössern Stücke an der Luft in parallelepipedische Stücke, am muschligen Bruche, geschmeidigen Anfühlen, schwachen Kleben an der Zunge und oberflächlich schwarzer oder gelber Färbung bei länger an der Atmosphäre liegenden Stücken. Dieselben haben folgende Zusammensetzung:⁵⁾

Si	Al	Fe	Ca C
21,22 — 22,24;	5,39 — 6,76;	3,54 — 5,39;	65,65 — 66,41;
Mg C			
1,05 — 2,22.			

Bei einem steigenden Thongehalte des Mergels werden die Heerde leicht rissig, bei vorwaltendem Kalkgehalte haben sie wenig Zusammenhang, ausserdem entwickelt sich unter Blasenwerfen viel Kohlensäure. Durch Vermengen verschiedener Mergelsorten oder durch Zuschlag von Thon oder Kalk lassen sich häufig natürliche Mergel verbessern, oder aus letztern beiden Substanzen (3—4 Raumtheile Kalkstein auf 1 Raumtheil Thon) künstliche zusammensetzen. Reiner Kalk ist auch wohl beim Flammenofenfrischen als Heerdsohle angewandt.⁶⁾ Vor seiner Anwendung wird der Mergel gepocht, gesiebt und gleichmässig mit so viel Wasser angenetzt, dass er sich beim Drücken in der Hand ballt, ohne Feuchtigkeit in derselben zu hinterlassen.

¹⁾ *Karst.*, Arch. 1. R. II. 136.

²⁾ *Jahrb. f. d. sächs. B. u. H.* 1832. p. 230.

³⁾ *Kerl*, die Comm.-Unterharz. Hüttenpr. 1854. p. 57.

⁴⁾ *Kerl*, Oberharz. Hüttenpr. 1852. p. 127.

⁵⁾ *Kerl und Wimmer*, Berg- und h. Ztg. 1853. p. 241.

⁶⁾ *Karst.*, Arch. 2. R. II. 292.

Zweites Kapitel.

Von den Oefen.

§. 51. Eintheilung. Eine scharfe Classification der Oefen ist nicht wohl möglich; man theilt sie gewöhnlich nach gewissen hervorragenden Eigenthümlichkeiten ihrer Construction und je nachdem das darin zu behandelnde Erz mit dem Brennmaterial in unmittelbarer Berührung ist, oder nicht, ein in: Heerd-, Schacht-, Flamm- und Gefässöfen. In den Heerd- und Schachtöfen pflegt das Brennmaterial mit dem Erze in unmittelbarer Berührung zu sein, in den Flamm- und Gefässöfen ist dasselbe davon getrennt und wird entweder von der Flamme desselben unmittelbar getroffen (Flammöfen) oder dasselbe befindet sich in Gefässen eingeschlossen, welche entweder durch rohe oder durch verkohlte Brennmaterialien erhitzt werden.

Eintheilung
der Oefen.

A. Heerde oder Heerdöfen.

§. 52. Allgemeines. Heerde sind kastenförmig oder zirkelförmig ausgetiefte Feuerstätten, entweder ganz offen oder an einer oder mehreren Seiten mit niedrigen Mauern, Eisenplatten, Gestübbe etc. geschlossen. Das mit dem Erze etc. in Berührung befindliche Brennmaterial wird entweder durch natürlichen Luftzug oder durch Gebläseluft verbrannt, aber nur ein geringer Theil von der entwickelten Wärme ist nutzbar, wesshalb die Heerde in dieser Beziehung zu den unvollkommensten Vorrichtungen gehören, während die darin erzeugte Temperatur mitunter höher ist, als in Flamm- und Gefässöfen.

Construction
der Heerde.

§. 53. Heerde ohne Gebläse. Hierher gehören:

1) Verschiedene Röstvorrichtungen. Bei Auswahl einer Röstmethode ist besonders auf den Brennmaterialverbrauch und den erreichbaren Grad der Oxydation Rücksicht zu nehmen. In Betreff des Brennmaterialverbrauchs ist die Röstung in freien Haufen die unvortheilhafteste, dann folgt die Röstung in Stadeln, darauf die in Flammenschachtöfen, und am günstigsten stellt sich die Röstung in Schachtöfen, in welchen man Brennmate-

Auswahl einer
Röstvorrich-
tung.

rial und Erz mit einander geschichtet angewendet. In Bezug auf die oxydirende Röstung stehen die Schachtöfen allen andern Methoden hintenan, weil der in denselben aufsteigende heisse Gasstrom reducirend wirkt; am vortheilhaftesten sind in diesem Falle die Flammöfen.¹⁾

Herstellung der
Rösthaufen.

a) Die freien Haufen. Auf eine etwas erhabene, trocken gelegte, aus Schlacken, Thon, Gestübbe, Erzklein etc. aufgestampfte Sohle *a* (Taf. I, Fig. 9 und 10) ohne Umfassungswände wird Holz etc. in Form eines Quadrats oder Rechtecks in der Art ausgebreitet, dass Zugcanäle *c* entstehen. Auf diese Holzlage wird das Röstgut in Form einer abgestumpften Pyramide so aufgestürzt, dass das Größere zu unterst, das Feinere zu oberst und an die Seiten kommt, wodurch das durch Anzünden des Holzes entstehende Feuer zusammengehalten und regulirt werden kann. Um dasselbe möglichst in der Gewalt zu haben, gibt man dem Haufen wohl eine Decke von sehr zerkleintem Erze, durch deren stellenweises Wegräumen das Feuer nach diesen Puncten hingezogen wird. Zur Beförderung des Zuges dient oft ein in der Mitte des Haufens offen gelassener Schacht *b*. Bei schwefelreichen oder bitumenhaltigen Erzen etc. genügt eine Holzunterlage (Unterharzer Blei- und Kupfererze; Mansfelder Kupferschiefer), indem dieselben, einmal entzündet, fortbrennen. Wo dies nicht der Fall ist, schichtet man abwechselnd Lagen von Röstgut und Brennmaterial zu Haufen auf (Eisensteine). Auch werden wohl zur Zerlegung der beim Rösten der Erze entstehenden Salze einige Lagen von Kohlenklein in den Haufen gebracht (Fahluner Kupfererze). Zuweilen gewinnt man auf der Oberfläche der Haufen in eingestampften halbkugelförmigen Löchern *d* flüssigen Schwefel, welcher durch Einwirkung der Hitze auf die höheren Metallschwefelungen verflüchtigt wird und sich auf der Oberfläche des Haufens beim Zusammentreffen mit der kälteren Luft condensirt (Unterharz, Fahlun). Bei schwefel-, antimon- und arsenhaltigen Erzen genügt gewöhnlich

¹⁾ *Af Uhr* in *Erdm. Journ. f. ök. Chem.* VIII. 306.

ein einmaliges Rösten nicht, sondern dasselbe muss, zur möglichst vollständigen Entfernung dieser Körper, noch mehrmals wiederholt werden. Man nennt das Umlegen des einmal gerösteten und durch Zerschlagen mit frischem Bruche versehenen Erzes auf eine neue Holzlage das Wenden des Rostes ins 1, 2 etc. Feuer.

Man röstet in freien Haufen gewöhnlich in Stücken vorhandene Erze von geringerem Werthe, welche zu ihrer Zersetzung keiner hohen Temperatur bedürfen (Eisensteine, Kupferschiefer, arme geschwefelte Kupfererze). Die Ausnutzung des Brennmaterials ist dabei unvortheilhaft, indem die Wärme nach allen Seiten des Haufens entweichen kann, und die Atmosphärilien störend darauf influiren, in Folge dessen auch die Röstung mehr oder weniger unvollkommen ausfällt. Ersterer Nachtheil verschwindet jedoch dadurch etwas, dass man beim Haufenrösten allerhand Brennmaterialabfälle benutzen kann. Vortheilhaft ist diese Methode in Bezug auf die Kosten an Arbeitslöhnen, indem der einmal angezündete Haufen wochenlang sich nur selbst überlassen zu werden braucht.

b) Röstgruben. Das Erz wird in elliptischen, an ihrer Vorderseite offenen Gruben auf eine Holzlage aufgestürzt und wie vorhin angegeben, geröstet. Diese Methode ist nur wenig gebräuchlich (z. B. in Norwegen¹⁾), weil das Erz wegen schwieriger Herstellung des nöthigen Luftzuges ungleichmässig röstet und die Wände der Gruben durch eine kostspielige Mauerung haltbar gemacht werden müssen.

c) Stadeln, rectanguläre, ovale, hufeisenförmige oder sonstig gestaltete Röststätten mit gepflasterter oder aufgestampfter, horizontaler oder ansteigender Sohle und mit Mauern umgeben, welche Zugöffnungen enthalten. Auch befindet sich wohl im Innern der Stadel ein mit Zuglöchern versehener gemauerter Schacht (*Roth'sche Röststadel für Eisensteine zu Ilsenburg*). Je nachdem die Atmosphärilien von schädlichem Einfluss auf den Gang des Röstens sind oder nicht, sind die Stadeln offen (bei Eisensteinen zu

¹⁾ *Hausmann*, scandinav. Reise. V, 129, 174.

Il senburg, bei Blei- und Kupfererzen zu Holzappel) oder mit einer Bedachung¹⁾ versehen (bei Kupferkiesen, Blei- und Kupfersteinen auf den Oberharzer Hütten). Bedachte Stadeln von einiger Ausdehnung werden Rösthäuser genannt.

Freiberger
Röststadel.

Beim Rösten in Stadeln mit horizontaler Sohle gibt meist nur Scheitholz einen guten Effect; in solchen mit ansteigender Sohle (Freiberger Röststadel, Taf. I, Fig. 11 und 12) lassen sich fossile Brennmaterialien und Abfälle von vegetabilischen und fossilen Brennstoffen gut verwerthen.

a Geneigte Röstsohlen, *b* Mauern mit Feuerungsvorrichtungen *c* an der Vorderseite.

Stadeln mit
Condensations-
kammern.

Es wird jedesmal nur eine von den beiden Sohlen mit Erz in der Weise besetzt, dass man mit den einzelnen Feuerungen correspondirende ansteigende Canäle herstellt und darauf das übrige Erz aufstürzt. Man feuert dann so lange und lässt die Flamme durch diese Canäle ziehen, bis der Haufen von selbst fortbrennt. Beim Wegräumen des Haufens wirft man die noch nicht hinreichend abgerösteten Stücke sogleich auf die andere geneigte Sohle. Zuweilen bringt man an einer Seite der Stadeln Condensationskammern an, um darin beim Rösten entweichende nutzbare Stoffe, z. B. Schwefel, arsenige Säure aufzufangen (Böhmen, Sachsen) oder macht die Seitenwände der Stadeln theilweise hohl und bringt den hohlen Raum durch mehrere Reihen über einander liegender Oeffnungen mit dem Innern der Stadel in Verbindung (steiermärkische Röstofen zu Mühlbach im Salzburgschen und Oeblarn in Steiermark.²⁾)

Vorzüge der
Stadeln.

In Stadeln lässt sich das Haufwerk besser zusammenhalten, als in freien Haufen; der Luftzug ist besser zu reguliren und in Folge dessen wird das Brennmaterial

¹⁾ Ueber Abschaffung der Bedachung. Jahrb. f. d. sächs. Berg- u. Hüttenm. 1832. p. 139. Lamp., Fortschr. 1839. p. 59.

²⁾ Tunner's Jahrb. 1853. p. 347. Wehrle, Hüttenk. I, 226, 346; II, 193, 307. Jahrb. d. k. k. geolog. Reichsanst. 1850. p. 343.

zweckmässiger ausgenutzt. Dagegen ist das Aufschichten des Stadelhaufens zuweilen mühsamer.

2) Der Saigerheerd (Taf. I, Fig. 13). Auf zwei Umfassungsmauern *a* (Saigerbänken) liegen geneigte Eisenplatten *b* (Saigerscharten), eine Ritze *c* zwischen einander lassend. *d* Saigergasse; *e* Sumpf; *f* Saigerbleche; *g* mit der Saigergasse communicirender Zugcanal.

Construction
des Saiger-
heerdes.

Man legt gewöhnlich zwei oder vier Saigerheerde an einander. Noch einfacher als dieser Saigerheerd ist der Zinnpausch- oder Zinnflossheerd, eine an 3 Seiten mit Mauerung umgebene, geneigte Ebene, auf welcher das auf dem oberen Theile zwischen Holz etc. aussaigernde Metall in einer Rinne herab in einen Sumpf fliesst.

Construct. des
Zinnpausch-
heerdes.

§. 54. Heerde mit Gebläse. Dieselben werden hauptsächlich da angewandt, wo es auf die Reinigung der Metalle von fremden Beimengungen durch deren Oxydation ankommt. Die passendsten Brennmaterialien für Heerdöfen, wenn es sich um die Erreichung eines möglichst hohen Wärmeeffectes handelt, sind die verkohlten Brennmaterialien, und zwar geben Cokes eine höhere Temperatur als Holzkohlen, weil erstere länger im Heerde stehen, dadurch gut vorgewärmt werden und weniger zur Bildung leerer Räume Veranlassung geben, welche die Menge der innerhalb eines bestimmten Raumes und während einer gewissen Zeit verbrannten Kohlenpartikeln vermindern und dadurch eine Erniedrigung der mittleren Temperatur herbeiführen. Durch ihren Aschengehalt wird meist die Wirkung der Cokes geschwächt. Es gehören zu dieser Abtheilung:

Anwendung
der Gebläse-
heerde.

Geeignetes
Brennmaterial
für Gebläse-
heerde.

1) der Eisenfrischheerd (Frischfeuer) (Taf. I, Fig. 14 und 15) und das Rohstahlfeuer, ein aus eisenen Platten (Frischzacken) zusammengesetzter Kasten, in welchem Roheisen mit Brennmaterial vor einem Windstrome niedergeschmolzen und dadurch entweder theilweise oder ganz entkohlt wird. *a* Formzacken, auf welchem die Form *b* mit einiger Neigung (Stechen) ruht, *c* Gichtzacken, dem Formzacken gegenüber, *d* Hinter- oder Aschenzacken. Die Vorderseite des Heerdes wird gewöhnlich mit Gestübbe verschlossen bis auf eine über

Construct. des
Eisenfrisch-
heerdes etc.

dem Frischboden *e* mündende Oeffnung (Schlackenloch, Lachtloch) zum Ablassen der Schlacke. Schliesst man auch den Heerd an der Vorderseite mit einer eisernen Platte, so nennt man diese Schlackenzacken. Die Oeffnung *f* (Tümpelloch) unter dem Frischboden kann zur Abkühlung desselben mit kalter Luft oder Wasser angefüllt werden. Die Esse *g* ruht auf Pfeilern *h*. Die Brandmauer *i* enthält das Formgewölbe *k*. In der Form *l* liegt die Düse. (Das Nähere über Form und Düse in §. 57.)

Construct. des
kleinen Gaar-
heerdes.

2) Der kleine Kupfergaarheerd (Taf. I, Fig. 16 und 17). *a* ein durch die Seitenmauern *b* gebildeter Kasten, mit Gestübbe ausgeschlagen, in welchem der Schmelzheerd *c* ausgeschnitten ist. *d* Züge zur Ableitung der Feuchtigkeit. *e* Eisenplatte. *f* Brandmauer. *g* Formgewölbe. *h* Form. In einiger Entfernung über dem Heerde *c* befindet sich eine Esse. Zuweilen haben die Gaarherde, wie im Mansfeld'schen, Flugstaubkammern.

Construct. des
Freiberger Silber-
feinbrenn-
heerdes.

3) Der Freiburger Silberfeinbrennheerd, ähnlich eingerichtet, wie der kleine Gaarheerd, nur behandelt man das zu reinigende Blicksilber nicht direct durch ein oxydirendes Schmelzen in dem concaven Heerde (Testgrube), sondern setzt zuvor in denselben eine mit Aescher oder Mergel in Form eines Kugelabschnittes ausgeschlagene eiserne Schaale (Test) ein, auf welcher alsdann der Schmelzprozess bei Holzfeuerung vor sich geht.

Construct. des
Eisenbrat-
heerdes.

4) Der Eisenbratheerd (Taf. I, Fig. 18), ein gemauerter Kasten, in welchem durch eine offene Seite *a* Roheisenplatten *b* aufgestellt und mit Kohlen *c* umgeben werden. Durch ein schwaches Gebläse wird Luft durch *d* zugeleitet, in Folge dessen die Kohlen ins Glühen gerathen und ein Theil der Unreinigkeiten im Roheisen oxydirt wird.

Construct. des
Feineisen-
feuers.

5) Das Feineisenfeuer, ein auf zwei gegenüberstehenden Seiten mit 2—3 Formen versehener kastenförmiger Heerd, in welchem graues Roheisen bei viel Wind eingeschmolzen wird, wobei es sich reinigt und dadurch zum Frischen vorbereitet wird.

6) Der schottische Bleisaigerheerd (Taf. I, Fig. 19 u. 20), ein aus gusseisernen Balken *a* zusammengesetzter und mit Mauerwerk *b* umgebener Heerd, dessen vordere Seite über der eisernen Sohlplatte *c* mit einem, aus einem Gemenge von Bleiglanz und Knochenmehl hergestellten Damme *d* theilweise geschlossen ist. Wird nun vor der Form *e* gerösteter Bleiglanz bei Cokes- oder Torffeuern erhitzt, so saigert Blei aus, welches, nachdem sich der Heerd damit angefüllt hat, durch die Rinne *f* in den von unten geheizten eisernen Kessel *g* fließt.

Construct. des
schottischen
Bleisaiger-
heerdes.

7) Der amerikanische Bleiheerd (Taf. I, Fig. 22 und 23) ist dem vorigen ähnlich, nur geschieht die Feuerung bei Anwendung von heisser Luft mit Holz und der Bleiglanz wird ungeröstet verarbeitet. *a* Gusseiserner Heerd, 24" im □ messend und 12" tief, dessen Boden und Seitenwände 2" dick sind. *b* mit einer Rinne versehener Vorheerd von 22" Länge und 32" Breite, über welchen das im Heerde *a* sich ansammelnde Blei beim Vollwerden desselben in das Reservoir *c* fließt. *d* gusseiserner Windkasten, in welchen der Wind durch die Röhre *e* ein- und durch die Röhre *f* austritt. Der Wind wird alsdann durch eine krumme Röhre und durch eine bei *g* in den Kasten eingegossene Form 2 Zoll über dem Heerde dem Feuer zugeführt. In dem Kasten *d* wird der Wind durch die aus dem Heerde *a* aufsteigende Flamme erhitzt.

Construct. des
amerikan. Blei-
heerdes.

B. Schachtöfen.

§. 55. Eintheilung. Die Schachtöfen bestehen aus einem gemauerten, mehr hohen als weiten Raume (Schacht) von der verschiedensten Gestalt (cylindrisch, konisch, ellipsoidisch, cylindrisch-konisch, prismatisch, pyramidal etc.), in welchem eine Röstung oder Schmelzung der Erze etc. vorgenommen wird. Die Erze etc. sind entweder mit dem Brennmaterial in unmittelbarer Berührung oder werden von der Flamme desselben erhitzt, welche von einer oder mehreren zur Seite oder am Boden des Schachtes gelegenen Feuerungen in denselben eintritt. In der Regel hat jeder Schachtofen 3 Oeffnungen, die

Haupttheile der
Schachtöfen.

Mündung nach oben (Gicht, Aufgebeöffnung) zum Eintragen von Erz und Brennmaterial, eine zweite (Auszieh- oder Stichöffnung, Stich, Auge) am tiefsten Punkte des Schachtes zum Ausziehen oder Ablassen der im Ofen genugsam behandelten Massen und etwas höher als diese eine dritte Oeffnung (Formöffnung) zum Einführen der mittelst eines Gebläses oder durch natürlichen Luftzug erzeugten Verbrennungsluft. Bei Schachtöfen ohne Gebläse fehlt die Formöffnung, indem man die Luft durch die Ausziehöffnung zum Brennmaterial gelangen oder durch Flammenlöcher die ausserhalb des Schachtes erzeugte Brennmaterialflamme in denselben eintreten lässt.

Zweck.

§. 56. Schachtöfen ohne Gebläse. Dieselben dienen hauptsächlich zum Brennen oder Rösten der Erze in Stücken, wobei sie bei einer zweckmässigeren Ausnutzung des Brennmaterials rascher und vollkommener zum Ziele führen, als dies beim Rösten in Haufen und Stadeln der Fall ist. Dagegen erfordert ihr Betrieb mehr Arbeitslöhne. Die Heizung dieser Oefen kann auf verschiedene Weise geschehen, nämlich:

Verschiedene
Heizmethoden.

A. Das Brennmaterial (vegetabilisches und fossiles, meist von geringerer Qualität) wird mit dem Erze etc. in abwechselnden Schichten in den Ofen getragen. Das Brennmaterial wird auf der Sohle des Ofens, die entweder einen Rost hat oder nicht, angezündet, worauf sich die Hitze allmählig nach oben verbreitet. Hat diese auf das Röstgut gehörig eingewirkt, so zieht man einen Theil davon unten heraus und gibt oben neue Schichten von Erz und Brennmaterial auf, so dass der Ofen in fortwährendem Gange bleibt. Bei dieser Röstmethode findet bei der gleichmässigen Berührung des Erzes mit dem Brennmaterial eine sehr vollkommene Ausnutzung des letzteren statt, dagegen wirkt bei dem fortwährenden Aufsteigen erhitzter reducirender Gase im Ofenschachte die Luft auf das Röstgut nur wenig oxydirend ein, wesshalb nach dieser Methode fast nur Eisensteine, dagegen nicht Schwefelungen geröstet werden. Hierher gehören z. B. folgende Apparate:

1) Eisensteinsröstofen ohne Rost zu Lerbach Harzer Eisensteinsröstofen.
am Harze (Taf. I, Fig. 21). *a* Kernschacht aus feuerfesteren Steinen; *b* Rohgemäuer aus rauhen Steinen; *c* Gicht; *d* Ausziehöffnung. Das Ausziehen des Röstgutes wird dadurch erleichtert, dass man der Sohle des Ofens die Gestalt eines flachen Kegels gibt.

2) Schlesischer Eisensteinsröstofen mit Rost Schles. Eisensteinsröstofen.
(Taf. II, Fig. 24 u. 25). *a* Kernschacht oder Schachtfutter; *b* Rohgemäuer oder Mantel; *c* Füllung, ein zum Zusammenhalten der Wärme mit schlechten Wärmeleitern ausgefüllter Raum; *d* Rost, parallel liegende Eisenstäbe (Traillen), zwischen denen Verbrennungsluft durchströmt; *e* Aschenfall, zur Aufnahme der Asche; *f* Ausziehöffnungen; *g* Arbeitsgewölbe. Zuweilen fehlen die Ziehöffnungen und man lässt dann den Eisenstein durch Herausnehmen der Roststäbe in den Raum *e* fallen.

B. Das Erz wird durch die Flamme des Brennmaterials erhitzt, welches, wie in *Rumford'schen* Kalköfen ¹⁾, auf einer seitwärts oder innerhalb des Ofens befindlichen Feuerung verbrennt. Bei dieser Methode lassen sich alle möglichen Brennmaterialabfälle nutzbar machen, und es findet dabei eine bessere oxydirende Einwirkung der Luft auf das Röstgut, wenn auch mit etwas grösserem Brennmaterialaufwande, als bei der vorigen Methode, statt. Man unterwirft derselben Erze, welche nicht mit Kohle gemengt werden dürfen (z. B. Galmei, welcher unter Verflüchtigung von metallischem Zink reducirt werden würde), dann aber auch Eisenerze, namentlich Magneteisensteine.

1) Galmeibrennofen auf belg. Hüttenwerken Belgischer Galmeibrennofen.
mit zur Seite liegender Feuerung (Taf. II, Fig. 26 u. 27). Auf zwei Seiten des konischen Ofens befinden sich Feuerungen *a*, aus deren Gewölbe ein Canal abgeht, welcher die Flamme durch mehrere in 3 oder 4 Reihen übereinander liegende Oeffnungen *b* von 1 Decimeter Durch-

¹⁾ Ueber die Zweckmässigkeit *Rumford'scher* Kalköfen zum Rösten der Eisensteine. *Lamp.*, Fortschr. 1839, p. 52.

messer in den Ofen führt; *c* Ofensohle; *d* Ausziehöffnungen.

Schwedischer
Eisensteins-
rösten.

2) Der schwedische und norwegische Eisensteinsrösten mit im Innern gelegener Feuerung. (Taf. II, Fig. 28 u. 29). *a* Sohle; *b* Rost; *c* dachförmig in Zwischenräumen neben einander gelegte Eisenstäbe, durch welche die Flamme in den Ofen dringt. *d* Aschenfall; *e* Ziehöffnungen; *f* Zugöffnung; *g* Feuerungsraum; *h* eisernes mit Löchern versehenes Dampfrohr, durch welches Wasserdampf in den Ofen tritt; *i* gusseisernes Dach zum Schutze des Dampfrohres.

Derselbe mit
Gasfeuerung.

Seit dem Jahre 1846 wendet man in Schweden und in Schottland die Gichtgase zum Rösten der Eisensteine an, indem man dieselben in einen bei etwa ein Drittel der Ofenhöhe im Raughemäuer um den Schacht herumlaufenden Canal einführt, von wo sie durch 12 Canäle in den Schacht einströmen.

Die Verbrennungsluft tritt durch die Ziehöffnungen hinzu.¹⁾

Englischer
Rösten(Kilns)
am Unterharze.

C. Die Heizung des Ofens geschieht auf Kosten des verbrennenden Schwefels im Röstgute. Dieses Verfahren, welchem nur geschwefelte Erze unterworfen werden, lässt eine sehr vollständige Abröstung der Erze zu, wenn man durch gehörige Regulirung des Lufzutritts dahin wirkt, dass die Erze nicht zusammenschmelzen. Es bedarf nur anfangs einer geringen Menge Brennmaterial, um die Erze zu entzünden, sie brennen alsdann von selbst fort. Es gehören z. B. hierher die zur Okerschen Schwefelsäurefabrik am Unterharze zum Rösten der Kupfererze angewandten, aus Nordengland unter dem Namen Kilns²⁾ entlehnten Schachtöfen von abgestumpft pyramidalen Form. Sie haben 4½ Fuss hann. Höhe, die Seitenkante der obern quadratischen

¹⁾ *Tunner's Jahrb.* 1852, II, p. 203. *Scheerer, Metall.* II, 177. *B. u. h. Ztg.* XI, 601. *Valerius, Handb. d. Roheisenfabrik.*, deutsch v. *Hartmann.* Ergänzungsheft. Freiberg bei Engelhardt. 1853. pag. 16.

²⁾ *Bgwfd.* XIV, 63; XV, 547. *B. u. h. Ztg.* 1850. p. 228. *Graham — Otto.* Chem. 1852. II, 263.

Grundfläche ist 3 Fuss 9 Zoll, die der untern 2 Fuss lang. An der Vorderseite des Ofens liegen 3 Zugöffnungen über einander, durch deren Oeffnen und Schliessen man den Zug regulirt. Das Ausziehen der abgerösteten Erze geschieht an einer Seite. Wählt man die Dimensionen dieser Oefen zu gross, so schmelzen die Erze leicht zusammen, aus welchem Grunde die früher am Unterharze im *Lentin'schen* Röstofen ¹⁾ und zu Davidsthal in Böhmen ausgeführten Versuche befriedigende Resultate nicht gegeben haben. Lentin's Röstofen.

§. 57. Schachtöfen mit Gebläse. In den Gebläseschachtöfen lässt sich unter übrigens gleichen Umständen der höchste Hitzgrad hervorbringen, welcher bei metallurgischen Prozessen zu erzeugen möglich ist, und geschieht die Benutzung desselben ziemlich vollkommen, indem der zu erhitzende Körper und das Brennmaterial sich in unmittelbarer Berührung mit einander befinden. Weniger vollständig wird die entwickelte Wärmemenge ausgenutzt, da ein Theil derselben durch die Schachtwände abgeleitet wird und ein anderer namentlich dadurch verloren geht, dass die vor der Form erzeugte Kohlensäure beim Durchstreichen der darüber befindlichen glühenden Kohlen sich in Kohlenoxydgas umwandelt, welches erst über der Mündung des Ofens zur Verbrennung kommt. Anwendbark. der Gebläseschachtöfen.

Ausnutzung des Brennmaterials in denselben.

Bunsen ²⁾ kam zu dem Resultate, dass von der im Wärmeverlust. Eisenhohofen entwickelten Wärme 49,55% bei dem Hohofenprozesse durch Kohlenoxydgasbildung gänzlich verloren gehen, dass jedoch der Wärmeverlust, namentlich das zur Erhitzung der Gase nöthige Brennmaterial, noch 25,4% nach einer Berechnung, mithin der ganze Verlust bei dem bisherigen Eisenhohofenprozesse nicht weniger als 75%, also $\frac{3}{4}$ des angewandten Brennmaterials beträgt. Bei Kupferschieferöfen gehen durch Kohlenoxydgasbildung 41,2% und durch Erhitzen der entweichenden Gase 8,8%, im Ganzen 50% des Brennmaterials verloren.

¹⁾ *Köhler's bergm. Jahrb.* 1790. 3. Jahrg. 1. Bd. p. 381.

²⁾ *Pogg.*, I, neue Folge, Stück 1 und 4. (Nr. 5 und 8 de 1840). *Bergwfd.* III, 257.

Anwendung
roher Brenn-
materialien.

Das alte Vorurtheil, nur verkohlte Brennmaterialien seien im Schachtofen anwendbar, ist durch vielfache günstig ausgefallene Versuche mit rohem Brennmaterial widerlegt, wenn auch dadurch wieder andere Schwierigkeiten entstanden sind. Das Interesse für diesen Gegenstand ist hauptsächlich durch die Berichte von *Butenieff*¹⁾, *Combes* und *Berthier*²⁾ und *Chevallier*³⁾ erweckt worden, wenn gleich schon in der letzten Hälfte des vorigen Jahrhunderts einige Versuche hierüber angestellt sind.

Effect roher
Brennmaterial.

Der grössere Effect der unverkohlten Brennmaterialien bei Desoxydationsprozessen in Schachtföfen hat darin seinen Grund:

1) dass die flüchtigen Producte, welche bei der allmählichen Verkohlung der rohen Brennmaterialien entstehen, sich bei Dunkelrothglühhitze entwickeln, in welcher schon eine reducirende Einwirkung auf das Schmelzgut stattfinden kann. Beim Verkohlen z. B. des aus 40% Kohlenstoff und 60% Wasser bestehenden Holzes werden durchschnittlich 26 Gew. % Kohlen ausgebracht, und beträgt somit die ganze Quantität der flüchtigen Producte 74 Gew. %. Nach *Ebelmen* enthalten die den Meilern mit einer Temperatur von 230 — 260° C. entströmenden Gase dem Volumen nach 6 — 15% Kohlenoxydgas und 5—14% Wasserstoff.

2) dass bei der allmählichen Verkohlung, welche das rohe Brennmaterial im Schachtofen bei völligem Luftabschlusse erleidet, mehr Kohle, als beim gewöhnlichen Verkohlungsprozesse ausgebracht wird und zur Nutzung kommt. Erfahrungsmässig wird die Temperatur im Ofenschachte bei Anwendung roher Brennmaterialien von oben niederwärts deprimirt, wodurch leichter Rohgang eintritt, zu dessen Verhinderung man sich der erhitzten Gebläseluft zweckmässig bedient. Nach *Ebelmen* pflegen die im

¹⁾ Ann. d. min. 3. sér. IV, 151.

²⁾ Ann. d. min. 3. sér. VI, 461. *Erdm.*, Journ. f. pr. Chem. VI, 231. *Dingl.*, LIX, 36. *Polytechn. Centr.* 1836. p. 294.

³⁾ Ann. d. min. 3. sér. IX, 155.

Schachtofen selbst durch Verkohlung entstandenen Kohlen eine rissige und leicht zerdrückbare Beschaffenheit zu haben.

Es findet die Anwendung der rohen Brennmaterialien, namentlich des Holzes, ihre Grenze in dem starken Schwinden bei der Verkohlung, wodurch ein unregelmässiges Niedergehen der Gichten und bei entstehenden leeren Räumen zuweilen die Bildung explosiver Gase ¹⁾ herbeigeführt wird.

Es kommen mit mehr oder weniger günstigem Erfolge bei Schachtföfen, namentlich bei Eisenhöfen, zur Verwendung: Holz ²⁾, Torf ³⁾, Steinkohle ⁴⁾ und Anthracit ⁵⁾, erstere beiden gewöhnlich im Gemenge mit Holzkohlen ⁶⁾.

Die aus dem Schmelzraume der Schachtföfen aufsteigenden heissen Gase erhitzen den Inhalt des Ofens allmählig bis fast zum Schmelzpunkte der Erden oder des auszubringenden Metalles und zwar geschieht dies um so leichter, je geringer die Wärmecapacität der betreffenden Stoffe ist. Dieselbe ist z. B. bei verschiedenen Substanzen folgende:

Wirkung der
aus dem
Schmelzraume
aufsteigenden
Gase.

Eisenoxyd 0,165, Eisenoxyduloxyd 0,168, Quarz 0,188, Feldspath 0,191, Stahl 0,118, Eisen 0,114, Cokes 0,201, Holzkohle 0,242, Asche von Brennmaterialien 0,200.

¹⁾ Ann. d. min. 3. sér. XVI, 254; XIX, 167. Bgwfd. V, 193. Karst., Arch. XVI, 269.

²⁾ Karst., Arch. 2. R. XII, 408; XXV. Bgwfd. I, 354, 356; II, 145, 501; IV, 485. B. u. h. Ztg. 1853, p. 9; 1843, Nr. 21; 1852, p. 481. Dingl., XLI, 480; LXIV, 235, 397; LXI, 480; LXIX, 142; LXVIII, 441. Erdm., Journ. f. ök. Ch. XII, 337; XIV, 416; XVI, 275; XVII, 471. Erdm., Journ. f. pr. Ch. II, 337. Polyt. Centrb. 1843. p. 545. Lamp., Fortschr. p. 23.

³⁾ Bgwfd. I, 375; III, 189; IV, 412; VI, 285; VIII, 263, 321. B. u. h. Ztg. 1843, Nr. 21; 1845, p. 297, Erdm., Journ. f. ök. Chem. XII, 337.

⁴⁾ Erdm., Journ. f. pr. Chem. XVII, 417; XLII, 145. Karst., Arch. 2. R. XII, 408, 496, 520. Dingl., XLV, 282.

⁵⁾ Bgwfd. I, 295, 485; VI, 186; VII, 126; VIII, 54. B. u. h. Ztg. 1843, p. 85, 964; 1853, p. 905. Dingl., LXVI, 316; LXVII, 235, 264; LXIX, 397. Ann. d. min. 3. sér. III, 71, IV, 127; XIV, 25.

⁶⁾ Bgwfd. I, 355. Karsten's Arch. 2. R. XXV.

Hieraus ergibt sich, dass Holzkohlen und Cokes zur Erlangung einer bestimmten Temperatur mehr Wärme aus dem heissen Gasstrome absorbiren müssen, als die anderen Stoffe, und Cokes weniger als Holzkohlen, weshalb erstere in einem mehr vorgewärmten Zustande in den Verbrennungsraum gelangen.

Construction
der Gebläse-
schachtöfen.

Gebläseschachtöfen dienen meist zum Schmelzen von Erzen etc., seltener zum Rösten (früherer Blenderösteofen zu Linz). Ihre Construction, namentlich die Gestalt und Höhe des Schachtes hängt hauptsächlich von der Beschaffenheit des zu verschmelzenden Erzes ab, dann von der Erfahrung oder auch von der Willkühr. Es gibt prismatische, konische, ellipsoidische, umgekehrt konische, doppelt konische etc. Schächte. Am gewöhnlichsten ist der Schacht oben und unten zusammengezogen, weil bei dieser Construction das Brennmaterial den grössten Effect gibt. Den weitesten Theil des Schachtes nennt man Kohlensack oder Bauch, den unteren Theil desselben Schmelzraum, Heerd oder Gestell. Zuweilen ist der Schmelzraum mit dem Kohlensacke durch eine geneigte schiefe Ebene, die Rast, verbunden, welche das Niedergehen der Erze im Ofen verlangsamten soll.

Man erbaut den eigentlichen Schacht (Kernschacht, Schachtfutter) aus mehr oder weniger feuerfesten Steinen und umgibt diesen mit einer aus gewöhnlichen Steinen bestehenden Mauer (Rauhgemäuer, Mantel), welche bei Reparaturen des Kernschachtes nicht weggenommen zu werden braucht. Das Rauhgemäuer ertheilt dem Kernschachte grössere Festigkeit, die man noch durch Verankerung erhöht, und hält die Wärme zusammen. Die Abkühlung des Kernschachtes lässt sich dadurch noch bedeutend vermindern, dass man zwischen Kernschacht und Rauhgemäuer einen Zwischenraum, die Füllung, lässt und diesen mit schlechten Wärmeleitern (Asche, Sand, Ziegelstücken, Kohlenlösch) füllt. Durch Canäle im Rauhgemäuer leitet man die Feuchtigkeit ab. Nach unten begrenzt den Schacht gewöhnlich ein grosser, auf ein festes, mit Abzugcanälen versehenes Fundament aufgelegter Stein, Sohlstein, Bodenstein, auf welchem

entweder die Schmelzung direct vor sich geht (Eisenhohofen), oder der zuvor mit einer Lehm- und Gestübbeschicht (Lehm- und Gestübbesohle) überzogen wird.

Jeder Ofen, er mag eine Gestalt haben, welche er wolle, ist von 4 Wänden umgrenzt, der Hinterwand, Vorwand und den beiden Seitenwänden (Ulmen, Wangen, Backen).

Die Vorder-, Vor- oder Stirnwand, welche nicht, wie die übrigen Wände, bis auf den Sohlstein niedergeht, sondern in verschiedener Höhe über demselben auf einem Gewölbe ruht, bleibt bis zum Beginne der Schmelzarbeit theilweise offen, wird dann aber bis zu einer gewissen Höhe über dem Sohlstein zugemauert. Der zwischen dem Sohlsteine und der unteren Kante der Vorwand befindliche Theil heisst die Brust.

Der Vorderwand gegenüber liegt die Hinterwand, auch Formwand, Brandmauer genannt. Dieselbe ist sehr stark und enthält gewöhnlich das Formgewölbe mit der Formöffnung, welche indessen auch in den Seitenwänden liegen kann.

Die Form oder Kanne (Taf. II, Fig. 30), aus Thon, Gusseisen, Schmiedeeisen, gegossenem oder geschmiedetem Kupfer bestehend, hat gewöhnlich die Form eines halb durchgeschnittenen, abgestumpften Kegels und dient zur Auflage für eine konische, mit dem Gebläse in Verbindung stehende Röhre, Düse, Deupe *d*¹⁾. Die ebene Seite *a* der Form nennt man Formblatt oder Boden, den grössten Halbkreis *b* Busen, Bauch, Brust, den verjüngten Theil *c* Formrüssel, Formmaul, Formauge. Die Lage der Form ist auf den Schmelzgang von grossem Einflusse, indem dadurch die Lage des Schmelz- und Oxydationsraumes modificirt wird; sie liegt in der Formöffnung bald horizontal, bald ansteigend, bald geneigt (stechend), bald ragt sie etwas in den Ofen hinein, bald liegt sie mit der Ofenwand egal. (Bei den Oberharzer Schlieg- und Steinöfen, sowie bei den Unterharzer Bleierzschmelzöfen liegt die Form bei geringer

¹⁾ *Hawkin's* verbesserte Düse. *Polyt. Centrb.* 1837. p. 814.

Neigung mit der Hinterwand egal; beim Unterharzer Glättfrischofen ragt sie bei 1° Fall 3 Zoll in den Ofen hinein; beim Kupferfrischofen wird sie mit 2—3° Ansteigen mit der Brandmauer egal gelegt; beim Lerbacher Eisenhohofen steigt sie 7—10°, beim Königshütter 7° an.)

Je nach der Leichtflüssigkeit der Erze und nach der Natur des auszubringenden Productes legt man die Formen verschieden hoch über den Sohlstein. Zu weite Formen schmelzen leicht weg, zu enge kühlen sich leicht und der der Düse entströmende Wind prallt theilweise zurück, in Folge dessen das Aufwärtsströmen der Gase im Ofen weniger lebhaft wird. Zur Umgehung des letzteren Uebelstandes wendet man, namentlich bei Eisenhohöfen, geschlossene Formen¹⁾ an, wobei man die Düse mittelst einer Zahnstange vor und zurück und auch luftdicht in die Form einschieben kann, oder man lässt die Düse *a* und die Form *b* (Taf. II, Fig. 31, 32) unbeweglich und schiebt mittelst der Zahnstange *c* einen beweglichen Eisenkranz *d* zwischen beide. Zur besseren Verbreitung des Windes im Ofen bringt man wohl in der Mündung der Form eine Scheidewand an, so dass zwei Ströme entstehen, welche gegen einander stossen.²⁾

Durch zwei und mehrere Formen wird das Brennmaterial vortheilhafter ausgenutzt und ein regelmässigeres Schmelzen herbeigeführt, als mit einer Form.

Bei Anwendung zweier Formen legt man dieselben entweder in die Hinterwand neben einander oder in die Wangen einander so gegenüber, dass sie neben einander wegblasen, bei 3 Formen legt man die dritte in die Hinterwand etwas höher als die beiden andern. Auch leitet man wohl den Wind in einen um den Ofen laufenden Canal, aus welchem dann ringsum Formöffnungen ausmünden. Diese Anwendung des *Sefström'schen* Princip

¹⁾ Polyt. Centrb. 1853. p. 1181. *Karst.*, Arch. 2. R. XXV, 560. B. u. h. Ztg. 1853. p. 577. *Lamp.*, Fortschr. p. 180. *Valerius*, Handb. d. Roheisenfabrikation, deutsch von *Hartmann*. Freiberg bei Engelhardt. 1851. p. 286.

²⁾ *Valerius*, c. I. Ergänzungsheft. 1853. p. 74.

auf Schachtöfen lässt eine bedeutende Steigerung der Hitze zu, indem bei der grösseren Vertheilung des Windes gleichzeitig mehr Kohlenpartikeln verbrennen. Die englischen Steinkohlen- und Anthracitöfen haben bis 9 Formen. Bei Anwendung erhitzter Gebläseluft bedient man sich der sogenannten Wasserformen *b* (Taf. II, Fig. 31), Formen mit doppelten Wänden, zwischen denen kaltes Wasser circulirt, wodurch dieselben abgekühlt und vor zu frühzeitiger Zerstörung geschützt werden.¹⁾ Das kalte Wasser tritt durch *d* ein und fliesst in erwärmtem Zustande bei *e* wieder aus.

Nach ihrer Höhe theilt man die Schachtöfen ein in Hohöfen von 14 bis 50 Fuss, Halbhohöfen von 7 bis 14 Fuss und Krummöfen von 4 bis 6 Fuss Höhe, welche Classification indessen nicht scharf ist. Nach der Art ihres Zumachens zerfallen die Oefen in Sumpf-, Spur- und Tiegelöfen.

Eintheilung der Oefen nach der Höhe.

Eintheilung der Oefen nach dem Zumachen.

Die Arbeit, durch welche man dem untersten Theile des Ofens, dem Heerde, die beim Schmelzen erforderliche Gestalt gibt; nennt man das Zumachen oder Zustellen. Zur Schonung des Heerdes, des Theiles unter der Form, welcher vom Schmelzgute meist sehr stark angegriffen wird, überkleidet man diesen Raum mit feuerbeständigen Substanzen. Gewöhnlich bringt man auf den Sohlstein 3 Lagen über einander, die erste von Schlacken (Schlackensohle) behuf Ableitung der Feuchtigkeit, darauf eine Lehmsohle und zu oberst eine Gestübbesohle.

Zuweilen fehlt eine der beiden ersten Lagen, auch wohl die dritte, in welchem letzteren Falle das Schmelzen auf dem Sohlsteine stattfindet. Die feuerfesten Unterlagen können auf folgende verschiedene Weise eingestampft werden.

A. Die geschmolzenen Massen sammeln sich ganz innerhalb des Ofens an, wie bei den Tiegelöfen. Man bildet innerhalb des Ofens aus Gestübbe

Tiegelöfen.

¹⁾ Bgwfd. V, 413; VI, 448. Polyt. Centrb. 1842, p. 879. Valerius, Handb. d. Roheisenfabrik., deutsch v. Hartmann. Freiberg bei Engelhardt. 1851. p. 241.

eine kesselförmige Vertiefung, von deren tiefstem Punkte man mittelst eines mit einem Thon- oder Gestübbepfropfe verschliessbaren Canals (Stich) die geschmolzenen Massen in eine oder mehrere vor dem Ofen gelegene, aus Gestübbe geschlagene Behälter (Stichtiegel, Vortiegel) ablässt, in welchen sie sich nach ihrem specifischen Gewichte separiren. Befindet sich am oberen Rande des Tiegels eine Oeffnung in der Vorwand zum Abfliessen der Schlacke, so nennt man den Ofen einen Tiegelofen mit offener Brust (Augentiegelofen); fliesst die Schlacke beim Abstechen der geschmolzenen Metallmassen mit durch den Stich, einen Tiegelofen mit geschlossener Brust (Stichtiegelofen).

Da die Tiegelöfen in Folge der fast ganz geschlossenen Vorwand das Ausräumen der bei Schmelzungen im Heerdraume sich bildenden Ansätze nicht oder nur sehr unvollständig gestatten, so sind sie nur wenig in Anwendung und dann nur bei leichtflüssigen Erzen etc.

Sächs. Zinn-
schmelzofen.

1) Sächsischer Zinnschmelzofen (Tiegelofen mit offenem Auge (Taf. II, Fig. 33). *a* Fundament; *b* Rauhgemäuer; *c* Kernschacht; *d* Brandmauer; *e* Vorwand; *f* Tiegel; *g* Gestübbesohle; *h* Form; *i* Formgewölbe; *k* Auge; *l* Stichtiegel; *m* Stich.

Steyerischer
Blauofen.

2) Steyerischer Blauofen (Tiegelofen mit geschlossener Brust (Taf. II, Fig. 34). *a* Sohle von Lehm, Sandstein oder Kalkstein; *b* Rauhgemäuer; *c* Kernschacht; *d* Füllung; *e* Stichöffnung; *f* Formen; *g* Formgewölbe.

Sumpfföfen.

B. Der Sammelraum für die geschmolzenen Massen befindet sich theils innerhalb, theils ausserhalb des Ofens, wie bei den Sumpfföfen. Es wird in diesem Falle vor der Vorwand ein aus eisernen Platten (Bleichen, Heerdbleichen) gebildeter und mit Gestübbe zum Theil tiegelförmig ausgeschlagener Kasten (Vorheerd) angebracht, dessen Vertiefung (Vortiegel) mit dem Sammelraume im Innern durch eine Rinne (Spur) in Communication gesetzt wird. Den vereinigten Sammelraum nennt man Sumpf. Am tiefsten Punkte des Vortiegels befindet sich ein mit einem Gestübbepfropf verschliessbarer Canal (Stich) zum Ablassen der geschmol-

zenen metallischen Massen in einen zur Seite liegenden Stechheerd, während die Schlacke gewöhnlich oben aus dem Vortiegel auf einer aus Gestübbe geschlagenen, geneigten Ebene (Schlackentriefft) abfließt. Es gibt jedoch auch Sumpfföfen ohne Stechheerde (Eisenhohofen, Kupoloofen), wo man das geschmolzene Metall gleich aus dem Vorheerde ausschöpft.

Das Messen der Höhendimensionen der Schachtöfen geschieht gewöhnlich von der oberen Kante des den Vorheerd umschliessenden Heerdblechtes ab, weil die Lage des Sohlsteins sich ändern kann.

Die Sumpfföfen schmelzen stets mit offener Brust und kommen besonders bei strengflüssigen Erzen in Anwendung, wo man die im Heerde erstarrenden Massen leicht ausräumen kann. Sie gestatten die Ansammlung grösserer Schmelzmassen im Sumpfe.

1) Bleierzschmelzofen auf den Oberharzer Silberhütten (Taf. II, Fig. 35 u. 36). *a* Gemauertes Fundament. *b* Rauhgemäuer. *c* Kernschacht. *d* Brandmauer. *e* Vorwand. *f* Lehmsohle. *g* Gestübbesohle. *h* Form. *i* Vorheerd. *k* Sumpf. *l* Vortiegel. *n* Stich. *o* Stichheerd. *p* Sohlstein. *q* Rauchmantel. *r* Räumloch. *s* Aufgebeöffnung. *t* Flugstaubkammern. *u* Vorsetzstein. *v* Flammloch.

Oberharzer
Schliegofen.

2) Eisenhohofen (Taf. II, Fig. 37 u. 38). Zustellung eines einförmigen Hohofens zu Rothehütte im Harze. *a* Rauhgemäuer mit Lehmmörtel aufgeführt. *b* Sandsteinbänke. *c* Gusseiserne Geschlingeisen. *d* Inneres Formgewölbe. *e* Aeusseres Formgewölbe. *f* Gusseiserne Trachteisen. *g* Dergl. breiter. *h* Sandsteinmauer. *i* Rauhe Mauer mit Lehmmörtel. *k* Kreuzcanäle. *l* Barnsteinmauer mit Lehmmörtel. *m* Gusseiserne Deckplatten. *n* Festgestampfter Sand. *o* Hochkantig und lose aufgestellte Barnsteine ohne Mörtel. *p* Bodenstein. *q* Erste Formsteinlage. *r* Zweite Formsteinlage. *s* Dritte Formsteinlage. *t* Vierte Formsteinlage. *u* Hinterknobben. *v* Rast von Sandsteinen. *w* Gusseiserne Zirkeleisen. *x* Kernschacht aus Sandsteinen. *y* Trockne Thonschiefermauer. *z* Füllung aus Sand und Abfällen von Sand- und Barn-

Eisenhohofen.

steinen. *a'* Erster - . *b'* Zweiter - . *c'* Dritter Tümpelstein. *d'* Gusseiserne Tümpelplatte. *e'* Geschmiedete Keile, mit welchen die Tümpelplatte zwischen den Backen befestigt ist. *f'* Gusseisernes Tümpelblech. *g'* Gusseiserne Trachteisen. *h'* Wallstein. *i'* Vordere Formöffnung. *k'* Hintere Formöffnung. *l'* Vertiefung zur Befestigung des Wallblattes. *m'* Mit Lehm aufgeführte Mauer hinter dem Gestelle aus Sand- und Barnsteinstücken. *n'* Canäle unter dem Hohofen. *o'* Arbeitsgewölbe.

Freiberger
Doppelofen.

3) Freiberger Doppelofen zum Bleierz- und Rohschmelzen (Taf. III, Eig. 39—42). *a* Hauptanzucht. *b* Kreuzanzucht unter demselben in der Grundmauer *c*. *d* Brandmauer. *e* Steinpfeiler. *f* Futtermauer. *g* Stirn- oder Vorwand. *h* Schachträume. *i* Schmelzraum. *k* Formen. *l* Formgewölbe. *m* Schlackentrieff. *n* Vorheerdplatte. *o* Schlackengrund. *p* Lehmsohle. *q* Gestübbe-
sohle. *r* Spur. *s* Damm. *t* Vorheerd. *u* Stich. *v* Stech-
heerd. *w* Brust oder Brustwand. *x* Zuglöcher zum Nach-
helfen. *y* Zunge oder Schachtscheider. *z* Aufgebeöffnungen.

Kupoloofen.

4) Kupoloofen (Taf. III, Fig. 43—45). *a* Fundament. *b* Gerüst, aus Eisenplatten zusammengefügt. *c* Sandsteine. *d* Masse. *e* Ziegelsteine. *f* Vorheerd. *g* Stich. *h* Formen.

Spuröfen.

C. Der Sammelraum liegt ganz ausserhalb des Ofens, wie bei den Augen- oder Spuröfen. Die vor der Form niederschmelzenden Massen fliessen auf der geneigten Ofensohle durch eine oder mehrere Oeffnungen (Augen, Spur) in der Formwand in vor derselben liegende Sammeltiegel (Spurtiegel). Diese Oefen eignen sich vorzüglich zum Behandeln von solchen Erzen etc., welche leichtoxydable Metalle geben, die eine längere Einwirkung des Windes im Ofen, ohne flüchtig zu werden oder sich zu verschlacken, nicht wohl ertragen. Dann gewähren sie auch gewisse ökonomische Vortheile, man bedarf zuweilen keines Vorheerdes, sie gestatten ein rasches Schmelzen etc. Spuröfen mit 2 Augen nennt man Brillenöfen.

Oberharzer
Kupfererzöfen.

1) Oberharzer Brillenofen zum Schmelzen von Kupfererzen (Taf. III, Fig. 46 und 47). *a* Fundament.

b Rauhgemäuer. *c* Kernschacht. *d* Brandmauer. *e* Vorwand. *f* Lehmsohle. *g* Gestübbesohle. *h* Form. *i* Vorsetzstein. *k* Spur. *l* Spurtiegel. *m* Trittstein. *n* Sohlstein.

2) Mansfelder Brillenofen (Taf. III, Fig. 48 u. 49). *a* Kernschacht. *b* Sohlstein. *c* Rauhgemäuer. *d* Formen. *e* Spurtiegel.

Die Spuröfen mit einem Auge zerfallen in solche mit offenem Auge, wenn sich dasselbe über dem Spurtiegel befindet, und in solche mit verdecktem Auge, wenn letzteres mehr oder weniger nahe am Boden des Spurtiegels einmündet.

1) Oberharzer Kupferfrischofen, ein Spurofen mit offenem Auge (Taf. III, Fig. 50 u. 51). *a* Rauhgemäuer. *b* Kernschacht. *c* Gemauerter Nasenstuhl. *d* Vorwand. *e* Gestübbesohle. *f* Spur. *g* Spurtiegel. *h* Stich. *i* Frischpfanne von Eisen. *k* Vorheerd. *m* Form. Oberharzer Kupferfrischofen.

2) Oberharzer Glättfrischofen, Spurofen mit verdecktem Auge (Taf. III, Fig. 52 u. 53). *a* Fundament. *b* Sohlstein. *c* Kernschacht. *d* Brandmauer. *f* Gestübbesohle. *g* Spur. *h* Spurtiegel. *i* Form. *k* Vorheerd. *l* Rauhgemäuer. Oberharzer Glättfrischofen.

Zu den Spuröfen mit verdecktem Auge gehören auch die Schachtöfen mit hydrostatischem Vorheerde.¹⁾

§. 58. Arbeiten beim Schachtofenbetriebe. Beim Verschmelzen der Erze etc. in Schachtöfen kommen folgende hauptsächlichsten Arbeiten vor:

1) Das Zumachen oder Zustellen des Ofens, die Herstellung des Schmelzraumes, entweder aus feuerfesten Steinen, oder mittelst loser, feuerfester Massen (Lehm, Gestübbe, Masse etc.) nach Chablonen oder Modellen oder aus freier Hand. Von den verschiedenen Zustellungsmethoden war pag. 157 die Rede. Zumachen der Oefen.

2) Das Abwärmen des Ofens,²⁾ zur Entfernung der Feuchtigkeit durch Anzünden von Brennmaterial auf Abwärmen der Oefen.

¹⁾ *Erdm.*, Journ. f. ök. u. techn. Chem. XVI, 48. *Lamp.*, Fortschr. p. 75, 123. *Kerl*, Oberh. Hüttenpr. p. 195.

²⁾ *Le Blanc* u. *Walter's* pract. Eisenhüttenk., übersetzt von *Hartmann*. I, 100.

Kerl, Hüttenkunde.

dem Heerde und nachheriges allmähliges Anfüllen des Ofenschachtes mit Brennmaterial. Auch hat man die Hitze aus andern Oefen und Hohofengase zum Anheizen eines Hohofens angewandt.¹⁾

Anblasen der
Oefen.

3) Das Anblasen der Oefen, worunter man diejenige Periode versteht, während welcher dieselben in normalen Gang gesetzt werden. Man beginnt damit, neben dem Brennmaterial geringe Quantitäten leichtflüssiger Schlacken oder Beschickung in den Ofen zu tragen und verstärkt dann letztere nach und nach so weit, als ein bestimmtes Quantum Brennmaterial Beschickung zu schmelzen vermag.

Aufgeben der
Schmelzmate-
rialien.

4) Das regelmässige Aufgeben von Beschickung und Brennmaterial. Unter Aufgeben, Setzen, Chargiren versteht man das Einbringen der Beschickung und des Brennmaterials in die Ofenmündung, und nennt die bestimmte Menge beider, welche auf einmal in den Ofen kommt, eine Gicht, Charge, die Beschickung allein auch wohl den Satz, sowie die vom Ofengang abhängende Veränderung desselben Satzführung.

Gewöhnlich gibt man Brennmaterialgichten von constant bleibendem Gewichte auf und ändert je nach dem derzeitigen Ofengange die Quantität des Satzes ab; selten umgekehrt.²⁾ Das Aufgeben beider geschieht zweckmässiger dem Gewichte, als dem Volumen nach und zwar entweder mit den Händen bei Anwendung geflochtener Schwingen, Körbe oder Karren, oder in Gefässen aus Eisenblech, welche auf einer Eisenbahn über die Gicht gebracht und durch das Oeffnen eines meist zweitheiligen, flachen Bodens von ihrem Inhalte entleert werden. Letztere Einrichtung, die ungleich bequemere, hat bei weiten Gichtöffnungen den Nachtheil, dass Kohlen und Beschickung immer nach der Mitte fallen und von hieraus mittelst eiserner Harken mit der Hand vertheilt werden müssen. Mittelst *Brand's* Gichtwagen³⁾

¹⁾ Bgwfd. VI, 319.

²⁾ Bgwfd. XIII, 469.

³⁾ *Karst.*, Arch. 2. R. XXV, 565. *Polyt. Centr.* 1854. p. 420.
Bgwfd. XVII, 91.

mit konischem Boden lässt sich sogleich eine gleichförmige Vertheilung der Chargen erreichen.

Die Anordnung des Brennmaterials und der Beschickung im Ofen geschieht entweder auf die Weise, dass man beide in abwechselnden Schichten über einander horizontal ausbreitet, wenn es darauf ankommt, eine gleichmässige reducirende Wirkung des sich erzeugenden Kohlenoxydgases auf das Schmelzgut und eine sehr hohe Temperatur hervorzubringen (Verschmelzen der Eisenerze), oder dass man die Beschickung an die Formseite und die Kohlen an die entgegengesetzte Seite stürzt, so dass sich im Ofenschachte eine separirte Beschickungs- und Kohlensäule befindet. Die in letzterer erzeugte Hitze reicht zur gegenseitigen Einwirkung der oft flüchtigen und deshalb keiner zu hohen Temperatur auszusetzenden Bestandtheile der Beschickung auf einander hin, und, wo es erforderlich ist, bewirkt das die letztere durchstreichende Kohlenoxydgas eine Reduction (Verschmelzen der Silber-, Blei-, Kupfer-, Zinnerze etc.).

Anordnung
des Brennma-
terials u. der
Beschickung.

Mit der letzteren Methode des Setzens ist meist ein Schmelzen mit Nase verbunden. Unter Nase¹⁾ versteht man eine aus erstarrter Beschickung gebildete rinnenförmige Verlängerung der Form, auf welche sich in Gestalt eines Dreiecks Beschickung in fester oder halbgeschmolzener Gestalt auflegt. Man pflegt nach dem Abwärmen des Ofens den Grund zur Nasenbildung durch Einbringen einer gewissen Quantität Schlacken, Nasenschlacken, zu legen, welche man an die Formwand setzt. Sobald sie bis zum Nasenstuhle, einem unmittelbar unter der Form befindlichen Ansatz von Gestübbe oder Mauerwerk (Taf. III, Fig. 43—44), gelangen, bildet sich durch den sie treffenden kalten Wind der erste Ansatz um die Form, welcher sich allmählig zu einer Nase von beliebiger Länge, gewöhnlich nicht über 18 bis 20 Zoll, ausdehnen lässt, je nachdem man mehr oder weniger Beschickung auf die fixe Kohlengicht aufgibt.

Nasen-
schmelzen.

¹⁾ *Lampad.*, Suppl. 1818. p. 45.

Nutzen der
Nase.

Die Vortheile, welche eine solche Nase gewährt, können verschieden sein, nämlich:

a) sie bewahrt die gewöhnlich aus Metall bestehende Form vor zu frühzeitiger Zerstörung durch Hitze oder Einwirkung schädlicher Bestandtheile der Beschickung, z. B. Schwefel; auch verhütet sie ein gewaltsames Herauswerfen glühender Massen durch die Form.

b) sie verlegt den Schmelzpunct von der Brandmauer weg in den Ofen hinein, wodurch dieselbe vor dem zu raschen Durchbrennen geschützt wird.

c) man kann mittelst derselben den Schmelzpunct im Ofen beliebig verlegen, indem man dieselbe mit dem Formspiesse richtet und sie länger oder kürzer werden lässt. Da sie vorn durchlöchert ist, so vertheilt sie den Wind gleichmässig im Ofen und befördert das egale Schmelzen der Beschickung, welche auf der geneigten Ebene, ähnlich wie auf der Rast der Eisenhöfen, allmählig herabgleitet, sich dadurch zum Schmelzen vorbereitet und vor den Windstrom tritt. Feine Erztheile werden weniger leicht mechanisch fortgerissen, weil der Windstrom die Beschickung nicht mit seiner vollen Kraft trifft, sondern von der durchlöcherten (sternichthellen) Nase zertheilt wird. Nach der Länge und Helligkeit der Nase wird hauptsächlich der Ofengang beurtheilt. (Bei der Oberharzer Bleiarbeit hält man die Nase 12 bis 16 Zoll lang, etwas niederwärts, vorn porös [sternigt], rings herum aber dunkel; bei der Unterharzer Bleiarbeit ist die Nase kurz und hell). Eine helle, kurze Nase deutet auf höhere Temperatur im Ofen, als eine lange dunklere.

Man ist an mehreren Orten vergeblich bemüht gewesen, das Nasenschmelzen abzuwerfen.¹⁾

Schmelzen mit
heller und
dunkler Gicht.

Von dem Verhältnisse des Erzsatzes zur Kohlengicht hängt der Gang des Ofens mit heller oder dunkler Gicht ab. Die beim Verbrennen des Brennmaterials vor der Form erzeugte Wärme wird zum Theil von den erzeugten Gasen aufgenommen und von diesen wieder beim

¹⁾ *Lampad.*, Fortschr. p. 77. *Kerl*, Oberh. Hüttenpr. p. 96.

Emporsteigen in dem Ofen an die Beschickung abgegeben, wodurch dieselbe zum Schmelzen vorbereitet wird. Ist eine hinreichende Menge Beschickung vorhanden, so entweichen die Gase mit einer Temperatur aus der Gicht, bei welcher sie sich an der Luft noch nicht entzünden, die Gicht ist dunkel; bei Mangel an Beschickung erhöht sich die Temperatur im Ofen und die heissen Gase entzünden sich beim Austritt aus der Schachtmündung, die Gicht wird hell, sie flammt.

Man pflegt deshalb bei Erzen etc., welche ein flüchtiges Schmelzproduct geben (z. B. Bleierzen), den Satz so zu normiren, dass sich die Temperatur im Ofen nicht bis zum Entzünden der Gichtgase erhöht (Oberharzer Bleiarbeit), wofern man nicht absichtlich gewisse schädliche Bestandtheile aus der Beschickung, z. B. Antimon, Arsen etc. verflüchtigen will (Unterharzer Bleiarbeit). Bricht beim Schmelzen mit dunkler Gicht die Flamme plötzlich hervor, so wird sie mit Wasser ausgegossen, was jedoch wegen der schädlichen Einwirkung des letzteren auf die heissen Ofenwände möglichst zu vermeiden ist. Sehr häufig wird das Flammen der Gicht durch die Nachlässigkeit der Aufträger herbeigeführt, wenn dieselben den Ofen nicht zur rechten Zeit speisen. Man wendet deshalb auf einzelnen Hüttenwerken sogenannte Gichtwecker oder Gichtzeichner¹⁾, welche durch ein hörbares Signal den Aufträger an seine Pflicht erinnern, an.

5) Arbeiten im Heerde, als: das Abwerfen der Schlacken, das Ausräumen des Heerdes von erstarrten Ansätzen (Bühnen, Sauen), das Ablassen oder Ausschöpfen der geschmolzenen Massen aus dem Heerde, die Erneuerung des Heerdes, der Vorwand, der Formwand, der Formen, die Veränderung des Windes u. a.

Arbeiten
im Heerde.

6) Das Ausblasen des Ofens. Die Zeitdauer, während welcher ein Ofen im Gange ist, nennt man Schmelzcampagne, Hüttenreise. Ihr Ende kann durch verschiedene Umstände herbeigeführt werden, z. B. durch

Ausblasen
der Oefen.

¹⁾ *Wehrle*, Hüttenkde., I, 218, Fig. 644. *Weniger*, der pract. Schmelzmeister. Carlsbad 1851. p. 95.

eintretenden Mangel an Erz oder Brennmaterial, durch so starkes Ausbrennen des Schmelzraumes, dass ein regelmässiger Betrieb nicht mehr zu führen ist etc.

Man schreitet alsdann zum Ausblasen, d. h. man lässt die Beschickung, ohne neue aufzugeben, mit dem Brennmaterial bis zur Form niedergehen, sticht die geschmolzenen Massen ab, stösst die Vorwand ein und räumt den Inhalt des Heerdes in noch glühendem Zustande aus. Bei dieser Art des Ausblasens leiden die oberen Ofentheile von der Hitze sehr und es findet bei flüchtigen Metallen ein bedeutender Metallverlust statt, wesshalb es nach *Tunner*¹⁾ zweckmässiger ist, den Ofen so lange voll Brennmaterial zu halten, bis die Beschickung die Form passiert hat und alles Geschmolzene abgelassen ist, dann aber alle zum Ofen führenden Oeffnungen zu verschliessen, und, nachdem derselbe abgekühlt, die Kohlen unter stetem Wasserzugiessen durch die vorher eingestossene Brust auszuräumen.

Dauer der
Schmelzcam-
pagnen.

Die Dauer der Schmelzcampagne ist nach der Beschaffenheit des Schmelzgutes, der Ofenbaumaterialien, der Betriebsführung etc. sehr verschieden. Die Oker'schen Kupferschmelzöfen gehen z. B. nur 3 Tage, Eisenhohöfen ein bis mehrere, selbst bis 8 Jahre,²⁾ ein Hohofen zu Rothehütte am Harze war über 9 Jahre im Gange.³⁾ Durch Herstellung genauer Zeichnungen von ausgeblasenen Oefen kann man oft zu einer zweckmässigen Construction derselben gelangen.

Uebelstände
beim Schacht-
ofenbetrieb.

§. 59. Uebelstände beim Schachtofenbetrieb. Mit dem Betriebe der Schachtöfen sind mancherlei Uebelstände verbunden⁴⁾, z. B.:

1) ein dunkler, unübersichtlicher Betrieb.

2) ein bedeutender Wärmeverlust durch Gasbildung

¹⁾ Bgwfd. VIII, 14.

²⁾ Bgwfd. IX, 91; XI, 332. B. u. h. Ztg. 1847. p. 304. Oestr. Zeitschr. 1853. p. 367.

³⁾ *Weniger*, der pract. Schmelzmeister. Carlsbad 1851. Taf. LVII, Zeichnung vom Rotheh. Ofen nach dem Ausblasen.

⁴⁾ Bgwfd. IX, 466.

bei der Verbrennung, welcher nach *Bunsen* bei Eishohöfen¹⁾ 75% und bei Kupferschieferöfen²⁾ an 50% beträgt.

3) die Anwendung von meist verkohlten Brennmaterialien, wodurch nur die Hälfte des im rohen Brennmaterialien enthaltenen Kohlenstoffs zur Nutzung kommt.

4) die mitunter schädliche Einwirkung des Brennmaterials auf das Schmelzproduct (schwefelhaltige Cokes auf Eisen).

5) die Nothwendigkeit einer kostspieligen Gebläsevorrichtung.

6) die Wirkung der Hitze in einem kleinen Raume und somit auf eine verhältnissmässig geringe Menge Erz, wovon wieder das Durchsetzquantum in einer gewissen Zeit abhängig ist.

Man beurtheilt den Gang eines Schachtofens hauptsächlich nach der Beschaffenheit des zu erzeugenden Productes und der Schlacke, nach dem Verhalten der Schmelzmassen vor der Form und im Heerde, nach der Helligkeit der Form und der Nase, sowie nach der Länge der letzteren, nach der Färbung und Lebhaftigkeit der ausziehenden Gichtgase etc.

C. Flammöfen.

§. 60. Allgemeines. Flammöfen³⁾ sind mehr weite als hohe Räume, in welchen das Röst- oder Schmelzgut nicht in unmittelbarer Berührung mit dem Brennmaterialien sich befindet, sondern von dessen Flamme getroffen wird. Ueber die Anwendbarkeit dieser Ofengattung entscheidet hauptsächlich das Vorhandensein passender Brennmaterialien, und sind als solche die rohen Brennstoffe zu bezeichnen.

An den Flammöfen lassen sich folgende Haupttheile unterscheiden:

¹⁾ Bgwfd. I, 267, 355, 483. *Pogg.*, Ann. XLVI, 193.

²⁾ *Pogg.*, Ann. 1840. Nr. 5 u. 8. Bgwfd. III, 257.

³⁾ *Valerius*, Handb. der Stabeisenfabrikation, deutsch v. *Hartmann*. Freiberg bei Engelhardt. 1854. p. 66.

Heerd.

1) Der Heerd, die feuerfeste Unterlage für das zu bearbeitende Material. Derselbe wird meist aus den auf pag. 137 bezeichneten feuerfesten losen Massen auf einem gemauerten Bogen oder auf Eisenplatten, die durch Säulen getragen werden, oder auf massiver Mauerung in Gestalt einer mehr oder weniger flachen Mulde, einer horizontalen oder schiefen Ebene von der verschiedensten Form (viereckig, rund, oval etc.) geschlagen.

Die Gestalt des Heerdes in Bezug auf seine Länge und Breite hat wesentlichen Einfluss auf die mehr oder weniger zweckmässige Ausnutzung des Brennmaterials. In England wendet man beim Rösten der Erze Flammöfen mit rotirendem Heerde¹⁾ und beweglicher Haube an, in welchen man das Umrühren der Erze durch Arbeiter während der Röstung erspart, eine gleichmässige Röstung erzielt und in einer bestimmten Zeit ein bedeutendes Quantum Röstgut erhält. *Carville*²⁾ hat den aus Eisenblech hergestellten Heerd eines Flammofens nach Art eines Tuches ohne Ende beweglich gemacht.

Der Heerd ist mit einem Gewölbe überdeckt, dessen Höhe hauptsächlich von der im Ofen hervorzubringenden Temperatur abhängt. Flache Gewölbe strahlen die Wärme mehr zurück und gestatten eine grössere Steigerung der Hitze, als weniger flache. Wegen dieser Wärme zurückstrahlenden Wirkung der Heerdgewölbe nennt man die Flammöfen auch wohl Reverberieröfen (von *réverbérer*, zurückwerfen).

In dem Heerdgewölbe befinden sich mehrere zum Heerde führende, mit eisernen Thüren, Schiebern oder Steinen verschliessbare Oeffnungen (Arbeitsthüren) zum Einbringen der Beschickung, zum Arbeiten im Heerde etc. Manche Oefen haben im Niveau des tiefsten Punctes des Heerdes eine Stichöffnung zum Ablassen der geschmolzenen Massen. Nach der einen Seite hin steht der Heerd-

¹⁾ *Lamp.*, Fortschr. 1839. p. 54. *Erdm.*, Journ. f. ök. u. techn. Ch. VIII, 9. Freiburger Jahrb. 1838. p. 48. *Polyt. Cent.* 1854. Nr. 13. p. 799 (Puddelofen).

²⁾ *Bgwfd.* XIV, 207.

raum mit dem Feuerungsraume, nach der anderen Seite hin mit der Esse in Verbindung.

2) Der Feuerungsraum, Windofen, von dem Heerde Windofen.
durch eine kleine Mauer (Feuerbrücke oder Balken¹⁾)
getrennt, besteht aus einem parallelepipedischen Raume,
dessen oberer Theil sich dem Heerdgewölbe in der Weise
anschliesst, dass zwischen Feuerungs- und Heerdraum ein
Canal, das Flammenloch, bleibt. Je nach der Eigen-
schaft des Brennmaterials eine längere oder kürzere
Flamme zu geben, legt man mehr oder weniger tief unter
die Feuerbrücke den Rost, eine aus mehreren parallel
neben einander gelegten Stäben von Thon oder Eisen
bestehende Vorrichtung, auf welche durch eine seitwärts
oder nach oben befindliche Oeffnung, das Schürloch,
Brennmaterial aufgeworfen wird, und durch deren Zwi-
schenräume sowohl die Verbrennungsluft Zutritt, als auch
die Asche in den Aschenfall hindurchfällt, auf dessen
Sohle sich zuweilen zum Auslöschen mit durchfallender
glühender Kohlen oder zur Entwicklung von die Ver-
brennung befördernden Wasserdämpfen Wasser befindet.

Diese Feuerungsmethode hat den Nachtheil, dass
durch das wiederholte Oeffnen des Schürlochs behuf Ein-
tragung von Brennmaterial kalte Luft über den Rost ge-
langt, wodurch für den im Ofen vorgenommenen Prozess
schädliche Temperaturschwankungen entstehen können.

Die in neuerer Zeit erfundenen Treppenröste²⁾ Treppenröste.
(Taf. III, Fig. 54) gestatten eine continuirliche Feuerung
und ausserdem die Anwendung von Brennmaterialabfällen
in kleinen Stücken, welche bei gewöhnlichen Rosten zwi-
schen den Traillen hindurch fallen würden. *a* Treppen-
förmig in gewissen Zwischenräumen übereinander lie-
gende Eisenstäbe zwischen den Seitenwänden des Feue-
rungsraumes. *b* Trichter zur Aufnahme des Brennmaterials,
welches beim Aufziehen des Schiebers *c* auf den Rost

¹⁾ Butler's bewegl. Feuerbrücke zur Regulirung des Luftzutritts.
Bgwfd. IX, 232.

²⁾ Tunner's Jahrb. 1852. p. 246. Bgwfd. XVI, 504. Ueber Mandlay's
Schraubenrost: Bgwfd. XIII, 414.

fällt. *d* mit einem Schieber versehene Oeffnung, auf welcher sich die Asche des Brennmaterials als Schlacke ansammelt, die entweder durch Aufziehen des Schiebers nach unten oder durch die Thüre *e* seitwärts entfernt wird. *f* Feuerbrücke. *g* Flammloch. *h* Luftzuführungscanal.

Rost mit Gas-
feuerung.

Dadurch, dass man den horizontalen Rost in einer gewissen Tiefe unter die Feuerbrücke legt, lässt sich ein Gasgenerator (Taf. I, Fig. 5 u. 6) herstellen.¹⁾

*Deelly*²⁾ hat für Brennmaterialklein korbformige Roste in Vorschlag gebracht, bei denen die Luft auch seitwärts zum Brennmaterial dringt.

Klinkerroste.

Bei einem schwefelhaltigen Brennmaterial werden die eisernen Roststäbe leicht zerstört. Man lässt deshalb meist über dem eigentlichen Roste sich einen künstlichen Rost von zusammengesinterter Asche bilden, welcher auch die Verbrennung von kleinem Brennmaterial (z. B. Anthracitstaub auf den sogenannten Klinkerrosten³⁾ der Waleiser Kupferöfen) gestattet. Die in England und Frankreich neuerdings eingeführten beweglichen Roste mit Rauchverbrennung sollen 18 bis 25% Brennmaterialersparung gewähren.⁴⁾

Pultfeuerung.

Zur Hervorbringung hoher Temperaturen hat man sich der schon seit längerer Zeit bei Porzellanöfen angewandten Pultfeuerung⁵⁾ auch zu metallurgischen Zwecken bedient, namentlich bei Flammöfen mit Holzfeuerung. Auf die Vorsprünge eines oben und unten offenen Feuerungskasten werden gleich lange gedarrte Holzstücke gelegt, welche man anzündet. Indem der durch den Essenzug hervorgebrachte Luftstrom von oben durch die Holzscheite dringt, schlägt die Flamme niederwärts und die Verbrennung des Holzes schreitet von unten nach oben fort. Die Flamme tritt dann horizontal über

¹⁾ Grützner, die *Augustin'sche* Silberextraction. 1851. p. 41.

²⁾ Polyt. Centr. 1854. p. 825.

³⁾ *Le Play*, Beschrbg. d. Hüttenproz., welche in Wales zur Darstellung des Kupfers angewandt werden. Deutsch v. *Hartmann*. 1851. p. 34, 54, 78, 82.

⁴⁾ Polyt. Centr. 1854. p. 249.

⁵⁾ *Tunner's Jahrb.* 1847. B. u. h. Ztg. VII, 226.

den Heerd des Flammofens, während die durchgebrannten Holzscheite, welche fortwährend erneuert werden müssen, auf eine Unterlage von Kohlenlösch fallen und die Verbrennungsgase davon ebenfalls über die Feuerbrücke in den Ofen gelangen. Bei dieser Einrichtung wird der Brennmaterialverlust vermieden, der bei andern Rostfeuerungen durch das durch den Rost hindurch fallende Brennmaterial verursacht wird, ferner wird der Sauerstoff der Luft vollständig absorbiert und es tritt weniger leicht als bei gewöhnlicher Rostfeuerung kalte Luft in den Verbrennungsraum. Auch hat man solche Pultfeuer für Steinkohlen und Torf eingerichtet.¹⁾

3) Esse, Schlot, Schornstein, Rauchfang,²⁾ ein Essen. zur Seite des Flammofens gelegener, verticaler oder geneigter, oder auch wohl theilweise unterirdischer Canal,³⁾ in welchem mittelst eines kleinen, engern Canals, des Fuchses, die verbrannten Gase⁴⁾ entweder im Niveau des Heerdes oder darüber aus dem Heerdraume abgeleitet werden. Ausserdem dient die Esse zur Hervorbringung des zum Verbrennen des Brennmaterials auf dem Roste erforderlichen Luftzuges, welcher durch die Erwärmung und die dadurch verursachte Verdünnung der Luft in der Esse hervorgebracht wird. Nach *Scheerer*⁵⁾ verhält sich unter sonst gleichen Umständen der Zug in Essen von verschiedenen Höhen, wie die Quadratwurzeln aus diesen Höhen; der Luftzug ist desto stärker, je grösser die Temperatur in der Esse und je kleiner ausserhalb derselben; ferner je weniger sich der heisse Gasstrom bei seinem Aufsteigen in der Esse abkühlt. In eisernen Essen

¹⁾ *Dingl.*, CX, 93. B. u. h. Ztg. VII, 281.

²⁾ Ueber Essen: Bgwfd. IX, 541. B. u. h. Ztg. 1845. p. 913. *Berth.*, met. analyt. Chem. nach *Kersten*. I, 112.

³⁾ Oefen mit unterirdischem Zuge: *Valerius*, Handb. d. Stabeisensfabrikation, deutsch v. *Hartmann*. Freiberg bei Engelhardt. 1845. p. 135.

⁴⁾ *Ebelmen*, über die Zusammensetzung der Luft in Schlöten. Bgwfd. VIII, 468.

⁵⁾ *Scheerer*, Metall. I, 398, 500.

ist die Friction¹⁾ der Luft geringer, als in gemauerten; senkrechte Essen geben einen lebhafteren Luftzug, als geneigte.

Was die Weite der Esse anbetrifft, so hängt diese hauptsächlich von der Grösse des Rostes ab und letztere wieder von der Beschaffenheit des Brennmaterials und der zur Verbrennung desselben nöthigen Luftmenge.²⁾ Erfahrungsmässig liegt das vortheilhafteste Verhältniss zwischen dem Flächeninhalte der Rostöffnungen und dem des Essenquerschnittes zwischen 1 : 1 und 2 : 1, wobei die Geschwindigkeiten der unter den Rost zuströmenden Luft und der der Esse entströmenden Gase nahe gleich sind, was zur Erreichung eines möglichst hohen Wärme-effects erforderlich ist.

Essen von 20—25' Höhe gibt man 10—12 Quadratzoll, höheren 20—30 Quadratzoll Querschnitt. Die Höhe der Essen kann bis 400 Fuss steigen.³⁾ Das gewöhnlichste Verhältniss des Flächeninhaltes der gesamten Rostöffnungen zu dem des ganzen Rostes liegt zwischen 1 : 3 und 1 : 4, ist selten grösser als 4 und kleiner als 3. Die Reparatur der Schornsteine ist mit grossen Schwierigkeiten verbunden.⁴⁾

Man regulirt den Zug entweder mittelst einer auf der Mündung der Esse befindlichen, an einer Zugstange befestigten Klappe⁵⁾ oder mittelst eines Schiebers (Register) im Fuchse und einer Thüre vor dem Aschenfalle.⁶⁾

¹⁾ *Buff*, Reibungswiderstand der Zugluft in Schornsteinen. Studien d. Gött. Ver. IV, 200.

²⁾ *Kallstenius*, Versuch einer Bestimmung der Luftmenge, welche bei einem vollen Zuge durch den Flammofen strömt. *Karst.*, Arch. 1. R. V, 345.

³⁾ Berechnungen, die sich auf Flammöfen beziehen: *Valerius*, Stabeisenfabrikation, deutsch v. *Hartmann*. Freiberg 1845. p. 85.

⁴⁾ Bgwfd. IX, 540.

⁵⁾ *Clement*, Schornsteinklappen-Ventilator. *Dingl.*, XCV, 84.

⁶⁾ Ueber die Luftmenge, welche den Kupfer-Röst- und Schmelzöfen zu Wales zugeführt wird: *Le Play*, Beschr. d. Hüttenproz., welche in Wales zur Darstell. des Kupfers angewendet werden. Deutsch v. *Hartmann*. 1851. p. 69, 83.

Diejenigen Ofentheile, welche sehr grosser Hitze ausgesetzt sind (Feuerbrücke, Heerdgewölbe, Fuchs, unterer Theil der Esse) werden aus möglichst feuerbeständigem Materiale hergestellt.

Vor Schachtöfen haben die Flammöfen die grössere Uebersichtlichkeit des Betriebes, die Anwendbarkeit eines rohen Brennmaterials, die Entbehrlichkeit eines Gebläses voraus, auch gestatten sie ein grösseres Durchsetzquantum, indem die Hitze darin in einem grösseren Raume verbreitet ist. Dagegen lässt sich in ihnen keine so hohe Temperatur, als in Schachtöfen erzeugen, weil nur rohe, einen geringeren pyrometrischen Wärmeeffect gebende Brennmaterialien zur Anwendung kommen, diese nicht, wie in Schachtöfen, vorgewärmt werden und die Verbrennung nur bei Zugluft stattfindet; auch geschieht die Benutzung des entwickelten Wärmegrades und Wärmequantums in Flammöfen in weit geringerem Maasse, als in Schachtöfen, indem fast nur die strahlende Wärme zur Verwendung kommt und eine starke Wärmeausstrahlung durch die Ofenwände stattfindet. Da bei Flammöfen mit Gebläse die Gebläseluft nicht unmittelbar auf das Brennmaterial wirkt, sondern hauptsächlich zur Oxydation des zu erhitzenden Körpers dient, so geben Flammöfen mit Gebläse einen geringeren Effect, als solche ohne Gebläse. *Péclet*¹⁾ schlägt die bei Flammöfen für hohe Temperaturen auf dem Heerde genützte Wärme nicht über $\frac{1}{8}$ bis $\frac{1}{10}$ derjenigen Wärme an, welche das Brennmaterial entwickeln kann.²⁾ Die Herstellung der Essen für die Flammöfen ist sehr kostspielig und noch ein Uebelstand, dass der Zug sehr von der Witterung abhängt. Man kann die Herstellung hoher Essen dadurch umgehen, dass durch ein Gebläse Luft unter den dicht abgeschlossenen Aschenfall eingeblasen wird.³⁾ Schwach gepresste Gebläseluft

Vorzüge der
Flammöfen vor
Schachtöfen.

Vorzüge der
Schachtöfen vor
Flammöfen.

¹⁾ *Péclet*, über Wärme und Verwendung derselben in Künsten und Gewerben. Deutsch v. *Hartmann*. 1830. Bgwfd. IX, 469.

²⁾ *Rigaud*, über die beim Puddeln erzeugte, angewendete und verloren gehende Wärme. Bgwfd. X, 88. Polyt. Centr. 1851. p. 291.

³⁾ *Detmold*, Verbesserung in der Construction u. Einrichtung der Oefen. Bgwfd. IX, 497.

unter den Rost geleitet, befördert die Verbrennung (Kupferschmelzofen in der früheren Clausthaler Münze,¹⁾ Kupferverblaseofen zu Oker,²⁾ Dalton's Vorrichtung³⁾).

Arbeiten in
Flammöfen.

Die Arbeiten im Flammofen bestehen im Schlagen und Abwärmen des Heerdes und des Gewölbes, Eintragen der Beschickung, Unterhaltung des Feuers, Regulirung des Zuges, Umrühren oder Wenden des Röst- oder Schmelzgutes, Abstechen der geschmolzenen Massen, Ausziehen der Rückstände etc.

Eintheilung
der Flammöfen.

Die Flammöfen werden bei Röst- und Schmelzprozessen angewandt. Bei oxydirenden Schmelzungen leitet man zuweilen Gebläseluft auf deren Heerd, worauf die Eintheilung der Flammöfen in solche ohne und mit Gebläse, in Zug- und Gebläseflammöfen, beruht.

Zugflammöfen.

§. 61. Zugflammöfen. Dieselben sind fast immer mit einer Esse versehen (die Darröfen haben z. B. keine Esse). Der Rost ist entweder für gewöhnliche oder für Gasfeuerung eingerichtet, oder es ist gar kein Rost vorhanden, indem entweder Generatorgase, welche durch zugeführte Zug- oder Gebläseluft verbrennen, über die Feuerbrücke geleitet, oder die aus andern Feuerstätten abziehenden heissen Gase benutzt werden (z. B. die von den Zinkdestilliröfen entweichende Hitze zum Brennen des Galmei's oder zum Rösten der Zinkblende). Zur möglichst vollständigen Ausnutzung der Wärme liegen zuweilen zwei mit einander communicirende Heerde über einander.

Aus folgenden Beispielen wird sich die Construction der Flammöfen ergeben:

Mansfelder
Doppelröst-
ofen.

1) Mansfelder Doppelröstofen (Taf. IV, Fig. 55 und 56). *a* Unterer und oberer Heerd. *b* Feuerbrücke. *c* Rost. *d* Aschenfall. *e* Arbeitsöffnungen. *f* Heerdgewölbe. *g* Flammloch. *h* Fuchs. *i* Flugstaubkammern. *k* Verankerung. *l* Abzüge. *m* Walze zum Auflegen des Gezähes.

¹⁾ Mitthl. d. hann. Gew.-Ver. 1835. p. 358.

²⁾ Kerl, Unterharzer Hüttenpr. 1855. p. 99.

³⁾ Polyt. Centr. 1854. p. 599.

2) Kärnthner Bleiöfen (Taf. IV, Fig. 57 und 58). *a* Heerd, aus 3 Lagen bestehend, zu unterst Schlacken, darauf Lehm und zu oberst Bleischlacken. Neigung des Heerdes 9 bis 10°. *b* Oeffnung zum Ablaufen des Bleies, zum Einsetzen des Schlieges und zum Herausziehen der Rückstände. *c* Züge, durch welche die abziehenden Gase, bevor sie in die Esse *d* gelangen, hindurch gehen und dabei Bleirauch absetzen. *e* Feuerbrücke. *f* Rost. *g* Aschenfall. *h* Heerdgewölbe. Kärnthner Bleiöfen.

Die neueren Kärnthner Flammöfen haben zwei Heerde *a* und *b* (Taf. IV, Fig. 59 u. 60) über einander.

3) Englischer Kupferraffiniröfen (Taf. IV, Fig. 61 und 62). *a* Heerd von Sand. *b* Heerdgewölbe. *c* Feuerbrücke. *d* Flammloch. *e* Rost. *f* Aschenfall. *g* Fuchs. *h* Esse. *i* Arbeitsöffnungen. *k* Sumpf. *l* Schürloch. *m* Füllung. *n* Raum zum Auffangen des durch den Heerd etwa hindurchgehenden Kupfers. Englischer Kupferraffiniröfen.

4) Französischer Bleischmelzofen (Taf. IV, Fig. 63 und 64). *a* Heerd aus Thon aufgestampft. *b* Heerdgewölbe. *c* Feuerbrücke. *d* Flammloch. *e* Rost. *f* Aschenfall. *g* Fuchs. *h* Geschleifte Esse. *i* Register. *k* Arbeitsöffnungen. *l* Stich. *m* Stechheerd. *n* Schürloch. *o* Verankerung. Französ. Bleischmelzofen.

5) Englischer Bleischmelzofen (Taf. IV, Fig. 65 und 66). *a* Heerd aus Thon. *b* Heerdgewölbe. *c* Feuerbrücke. *d* Flammloch. *e* Rost. *f* Aschenfall. *g* Fuchs. *h* Geschleifte Esse. *i* Register. *k* Arbeitsöffnung. *l* Stechheerd. *m* Aufgebetrichter. *n* Schürloch. *o* Verankerung. *p* Sumpf. Engl. Bleischmelzofen.

6) Gaspuddelöfen (Taf. IV, Fig. 67 u. 68). *a* Heerd. *b* Gusseiserner Kasten, in welchen brennbare Gase ein und bei *c* über die Feuerbrücke ausströmen. *d* Reservoir für Gebläseluft, welche in dem Luftheritzungsapparate *e* durch die abziehende Flamme erhitzt ist, durch 7 Düsen ausströmt und zur Verbrennung der Gase dient. *f* Fuchs. *g* Raum zum Vorwärmen des Roheisens. *h* Arbeitsöffnung. Gaspuddelöfen.

Doppelpuddelöfen, zwei derartig mit einander verbundene Öfen, dass die Flamme vom Heerde des einen unmittelbar auf den Heerd des andern gelangt, sind zu Doppelpuddelöfen.

Neuberg in Steyermark in Anwendung.¹⁾ *Karsten*²⁾ hat sich dagegen ausgesprochen.

Darrofen.

7) Unterharzer Darrofen (Taf. IV, Fig. 69 u. 70).

a Darrbänke aus Barnsteinmauern, zu beiden Seiten mit Eisenplatten versehen. *b* Darrgasse. *c* Darrsohle aus Barnsteinen aufgemauert und mit Gestübbe überkleidet. *d* Schieber aus Eisenstäben zusammengesetzt, die Zwischenräume ausgemauert. Der Schieber bewegt sich in der eisernen Leitung *f* und ist mit einer Beobachtungsöffnung versehen, die unter der Klappe *e* liegt. Durch ein Gegengewicht *g* wird die Regierung des Schiebers erleichtert. *h* Zugöffnungen in der Hinterwand. *i* Zugöffnungen im Gewölbe *n*. *k* Schürloch. *l* Flammenloch. *m* Feuerbrücke. *n* Gewölbe. *o* Rohgemäuer. *p* Rost. *q* Wasserbassin.

Gebläseflammenöfen.

§. 62. Gebläseflammenöfen. Diese Oefen werden hauptsächlich zum Reinigen der Metalle (z. B. des Silbers von Blei, des Kupfers von Antimon, Arsen, Eisen etc.), sowie auch mancher Metallverbindungen (Verblasen der Speise, des Steins etc.) angewandt. Als Beispiele dafür mögen dienen:

Oberharzer Treibofen.

1) Oberharzer Treibofen (Taf. IV, Fig. 71 — 73). *a* Windofen. *b* Schürloch. *c* Zugcanal unter dem Roste. *d* Ringmauer. *e* Kreuzabzüge in der Grundmauer. *f* Schlackenheerd. *g* Steinheerd. *h* Mergelheerd. *i* Flammenloch. *k* Balken. *l* Windofengewölbe. *m* Blindbogen. *n* Glättloch. *o* Blechloch. *p* Vorhängeblech. *q* Kannenlöcher. *r* äussere Höllenmauer. *s* Dampffang. *t* Haube. *u* Krahnvorrichtung.

Unterharzer Spleissofen.

2) Unterharzer Spleissofen oder grosser Kupfergaarheerd (Taf. IV, Fig. 74 u. 75). *a* Fundament. *b* Grundabzug. *c* Rohgemäuer. *d* Schlackenloch. *e* Grosses Schürloch. *f* Stechheerde. *g* Kannen. *h* Windofen. *i* Schürloch. *k* Feuerbrücke. *l* Flammenloch. *m* Oeffnung in der Kuppel, mit einem Deckel verschliessbar. *n* Barnstein zum Schliessen des Sticks.

¹⁾ B. u. h. Ztg. II. 441.

²⁾ Dess. Eisenhkde. 3. Aufl. IV, 267.

o Eiserne Säule, an welcher ein das Mauerwerk umgebender Ring befestigt ist. *p* Schlackenheerd. *q* Steinheerd. *r* Gestübbeheerd. *s* Innere Höllenmauer. *t* Rost.

3) Englischer Treibeofen (Taf. IV, Fig. 76 u. 77) mit unbeweglicher Haube. *a* Elliptischer eiserner Testring, welcher ausserhalb des Ofens mit Knochenasche *b* muldenförmig ausgeschlagen ist. *c* Zwei eiserne Querbalken mit 4 darauf liegenden Steinen oder eisernen Keilen *d*, in welchen der Test in dem Ofen ruht. Durch diese 4 Steine wird der Test durch die eingemauerte hufeisenförmige Eisenplatte *e* gedrückt, über welcher die feuerfeste Thonmasse *f* angebracht ist, deren obere Fläche gegen den Test abfällt. *g* Rost. *h* Aschenfall. *i* Schürloch. *k* Feuerbrücke. *l* Form. *m* Arbeitsgewölbe. *n* Glättloch. *o* Füchse. *p* Einsetzöffnungen.

Engl.
Treibeofen.

§. 63. Rauch-Condensationsvorrichtungen bei Flamm- und Schachtöfen. Bei Röst- und Schmelzprozessen in Schacht- und Flammöfen treten, namentlich bei Verarbeitung von blei-, silber- und kupferhaltigen Erzen und Producten, flüchtige Stoffe hervor, die entweder mechanisch durch den Luftstrom mit fortgerissen, oder durch Oxydation verflüchtigter Körper entstanden sind und in Gestalt eines sehr fein zertheilten heissen Rauches aufsteigen. Die erste Art des Flugstaubes erfolgt hauptsächlich bei Gebläseschachtöfen und besteht im Wesentlichen aus unzerlegten Erztheilchen und Kohlenpartikeln, weniger aus oxydirten Verbindungen. Der Ofenrauch von dieser Beschaffenheit lässt sich zum grossen Theile dadurch wieder auffangen, dass man denselben durch gemauerte, mit Scheidewänden versehene Kammern (Flugstaubkammern, Gestübbekammern), die über der Mündung des Ofens angebracht sind, hindurch leitet, wobei sich die schweren Erztheile durch den mechanischen Widerstand, den die Scheidewände ihrem Aufsteigen entgegensetzen, niederschlagen (Taf. II, Fig. 35, und Taf. IV, Fig. 55), während ein anderer Theil des Rauches und namentlich die oxydirten Theile durch den Schornstein in die Luft entweichen und auf die Umgebung stö-

Rauchbildung.

Flugstaub-
kammern.

rend einwirken.¹⁾ In Freiberg²⁾ ist die Erfahrung gemacht worden, dass Flugstaubkammern den Zug und dadurch die Flugstaubbildung vermehren. Auf sibirischen Hütten³⁾ angestellte Versuche haben ergeben, dass Flugstaubfänge, welche in den Essen der Schachtöfen, Treibheerde und Extractionsheerde angebracht werden, dem Zwecke nicht nur nicht entsprechen, sondern auch gefährlich dadurch werden, dass wegen Hemmung des Zuges die Esse und der ganze obere Theil des Ofens in Gluth geräth. Auf den Oberharzer Silberhütten thun die Flugstaubkammern bei den Schlieg-, Stein- und Glättfrischöfen gute Dienste.

Rauchcondensatoren mit Anwendung von Wasser u. Wasserdämpfen.

Weit unvollkommener lässt sich der heiße, aus fein zertheilten Metalloxyden und Metallsalzen bestehende, aus Flammöfen entweichende Rauch in gemauerten Flugstaubkammern auffangen, wie z. B. auf den Freiburger⁴⁾ und Oberharzer⁵⁾ Hütten mit der Condensation von Treibrauch angestellte Versuche erwiesen haben. Auch geben lange unterirdische Canäle, wie sie auf englischen Hüttenwerken⁶⁾ vorkommen, keine ganz zufriedenstellenden Resultate. Bei der grossen Wichtigkeit des Gegenstandes sind in neuerer Zeit verschiedene Condensationsvorrichtungen für Metaldämpfe empfohlen und auch auf den Hüttenwerken eingeführt, welche darauf beruhen, dass man die Metaldämpfe mit Wasserdampf mengt und diesen durch zutröpfelndes kaltes Wasser gemeinschaftlich mit

¹⁾ *Stöckhardt*, über die Einwirkung des Rauches der Silberhütten auf die benachbarte Vegetation. Bgwfd. XIII, 609. B. u. h. Ztg. 1850. p. 306. Polyt. Centr. 1850. p. 257. Ueber die Einwirkung des Rauches der Oberharzer Silberhütten. *Rettstadt* in d. allgem. Forst- u. Jagdztg. 1845. p. 132.

²⁾ *Jahrb. f. d. sächs. B.- u. Hüttenm.* 1338. p. 50.

³⁾ *Danilow*, über den Flugstaub, dessen Auffangungsmethoden und die Angemessenheit der Flugstaubkammern für die Oefen der Altai'schen Hüttenwerke. Bgwfd. XVI. p. 518.

⁴⁾ *Lamp.*, Handb. d. allgem. Httkde. II. Thl. 2. Bd. p. 235. (1827.)

⁵⁾ *Kerl*, Oberh. Hüttenpr. 1852. p. 145, 244.

⁶⁾ *Tunner's Jahrb.* 1852. p. 151. *Schubarth*, techn. Chem. II. 240. (1851).

jenen condensirt (*Richardson's*¹⁾ Methode und Verfahren zu Pontgibaut²⁾, oder die Dämpfe durch lange Canäle oder in Condensationskammern leitet, von deren Boden Wasser mittelst einer archimedischen Schraube continuirlich in die Höhe geworfen und im Herabfallen vielfach zertheilt wird³⁾, oder von deren Decke Wasser herabtröpfelt und welche theilweise mit Cokesstückchen, Gerölle, Heidekraut etc. angefüllt sind (die Methode von *Stokoes*⁴⁾, *Staggs*⁵⁾, *Joung*⁶⁾, *Buccleuch*⁷⁾, auf *Taylor's* Bleihütte⁸⁾ zu Mould in Flintshire, auf den Hütten zu Swansea⁹⁾, auf den Hütten zu Stolberg bei Aachen etc.). Die Metaldämpfe werden dabei wohl mittelst eines Ventilators aus dem Ofen angesogen und durch die VerdichtungsVorrichtung hindurch getrieben, damit keine Hemmung des Zuges im Flammofen eintritt. *Lampadius* führt in seinem Grundrisse der allgem. Hüttenkunde 1827, §. 156 an, dass Wasser, in Gestalt eines Regens angebracht, das einzige sichere und wohlfeilste Mittel zur Verdichtung der Dämpfe sei und mehr leiste, als Wasserdämpfe.

Stokoe's Rauchcondensator hat folgende Einrichtung: *Stokoe's Rauch-*
 ein Ventilator *a* (Taf. IV, Fig. 78) saugt den Rauch aus
 dem zum Ofen führenden Raume *b* an und treibt denselben
 in den Kasten *cc*, welcher durch eine Siebplatte *dd* in
 zwei ungleiche Theile getheilt ist und ausserdem mehrere
 vertikale Scheidewände enthält. Diese berühren abwech-
 selnd die Decke des Apparates und endigen an der Sieb-
 platte, oder bleiben von der Decke entfernt und steigen
 dafür unter die Siebplatte so weit hinab, dass sie in das
 Wasser eintauchen, welches unten im Kasten bis zur

¹⁾ *Dingl.*, CXII, 204. *Polyt. Centrb.* 1843. p. 1132.

²⁾ *B. u. h. Ztg.* 1851. p. 292.

³⁾ *Bgwfd.* X, 192.

⁴⁾ *Polyt. Centrb.* 1846. p. 441. *Bgwfd.* XI, 290.

⁵⁾ *Bgwfd.* VIII, 175.

⁶⁾ *Dingl.*, CXII, 206.

⁷⁾ *Tunner's Jahrb.* 1852. p. 150. *B. u. h. Ztg.* 1852. p. 370.

⁸⁾ *Lampadius*, *Fortschr.* 1839. p. 87.

⁹⁾ *B. u. h. Ztg.* 1852. p. 324.

Linie *ff* steht. Die obere Abtheilung ist zum grössten Theile mit Kies, Sand, Holzspähnen etc. gefüllt. Die Decke des Apparats ist durchlöchert und auf ihr ruht ein flacher, durch Stege in Abtheilungen getheilter Trog *gg*, über welchen ein Wasserrohr *h* hinläuft, aus welchem man mittelst Hähnen Wasser tropfenweise ausfliessen lassen und so den Inhalt der Abtheilung feucht erhalten kann. Durch die Röhre *k* entweichen die nicht condensirten Gase in den Kamin *i*.

D. Gefässöfen.

Eintheilung
der Gefässöfen.

§. 64. Eintheilung. Gefässöfen¹⁾ nennt man solche schacht- oder flammofenähnliche Oefen, in denen die zu behandelnden Substanzen in feuerfesten Gefässen durch Glühe- oder Flammfeuer erhitzt werden.²⁾ Die Wirkung des Brennmaterials auf den zu erhitzenden Körper wird durch das dazwischen befindliche Gefäss geschwächt und nur mittelst eines grösseren Aufwandes an Brennmaterial ist es möglich, bestimmte Hitzgrade in den Gefässen hervorzubringen. Die Gefässe bestehen aus einem mehr oder weniger feuerfesten Thone, oder aus Guss- oder Schmiedeeisen.

Man kann die Gefässöfen eintheilen nach der Form der Gefässe oder des ganzen Apparates, z. B. in Tiegel-, Muffel-, Röhren-, Retorten-, Galeerenöfen oder nach den darin vorzunehmenden metallurgisch-chemischen Prozessen in Röst-, Schmelz-, Sublimir-, Destillir-, Saiger- und Cementirgefässöfen.

§. 65. Röstgefässöfen. Hierher gehören z. B.:

Blenderöstofen.

1) *Graham's* Blenderöstofen³⁾ (Taf. V, Fig. 79—81).
a Kastenförmige, durch Thonplatten gebildete Abtheilungen, mit Thüren an der vorderen Seite. *b* Feuerungs-

¹⁾ *Lampad.*, Fortschr. 1839. p. 83.

²⁾ *Roscher*, über d. Einfluss des Flammen- u. Kohlenfeuers auf die Producte bei Tiegelschmelzungen. *Erdm.*, Journ. f. ök. u. techn. Chem. XVI. 409.

³⁾ *Bgwfd.* XI, 11. *Polyt. Centrb.* 1846. p. 533.

raum. *c* Flammenzüge. *d* Canal zum Entweichen der schwefligen Säure.

Ein ähnlicher Ofen war früher zur Oker'schen Schwefelsäurefabrik für Kupfererze in Anwendung, der jetzt durch Kilns (pag. 150) ersetzt ist. Zu Linz am Rhein sind solche Oefen behuf Abröstung der Zinkblende mit der Abweichung im Gange, dass vor dem Ofen eine mit dem Gebläse communicirende Röhre steht, aus welcher durch ablaufende Düsen in jede Abtheilung des Ofens Gebläseluft eingetrieben wird. Die Heizung der Oefen geschieht entweder durch eine eigene Feuerung oder durch die aus Zinkdestilliröfen entweichende Hitze.

2) Oberharzer Arsenikröstofen (Taf. V, Fig. 82). *a* Oeffnung zum Einbringen des Arsenikschlieses. *b* Röstherd. *c* Gusseiserne Muffel. *d* Schlitz im Heerde, durch welchen die Rückstände in den Raum *e* gelangen. *f* Arbeitsöffnung mit der Walze *g* zur Leitung des Gezähes. *h* Schlot zum Abziehen zurücktretender Dämpfe. *i* Oeffnung, durch welche die arsenige Säure in den Giftfang *k* tritt. *l* Schieber zur Regulirung des Zuges. *m* Doppelte Lage Barnsteine. *n* Züge, durch welche die Flamme unter den ganzen Heerd geleitet wird. Sie sind durch die Züge *o* mit einander verbunden und aus diesen tritt die Flamme neben und über die Muffel in den Raum *p* und von da in die Esse *q*. *r* Schieber zur Regulirung des Zuges. *s* Hohler Raum zwischen dem Feuer- und Traggewölbe. *t* überwölbter Feuerraum, mit den Zügen *n* in Verbindung. *u* Aschenfall. *v* Oeffnungen zum Reinigen der Züge *n*.

Oberharzer
Arsenikröst-
ofen.

§. 66. Schmelzgefässöfen, welche häufig zur Anwendung kommen, z. B.:

1) Die gewöhnlichen Wind- oder Zugöfen¹⁾ (Taf. V, Fig. 83). *a* Ofenschacht. *b* Rost. *c* Aschenfall. *d* Fuchs. *e* Esse. *f* Beweglicher Deckel. *g* Thüre vor dem Aschenfalle. *h* Oeffnung zum Einsetzen der Schmelzgefässe.

Windöfen.

¹⁾ Ueber Wind- u. Gebläseöfen und ihre Wirkung: *Berth.*, met. analyt. Chem. nach *Kersten*. I. 98 bis 153.

Sefström's Ofen.

2) *Sefström's* Gebläseöfen (Taf. V, Fig. 84 u. 85). *a* Aeusserer Cylinder von Eisenblech, in welchen ein solcher *b* eingehängt ist. *c* Feuerfeste Masse aus 1 Theil feuerfestem Thone und 3 bis 4 Theilen gesiebttem Quarzsande bestehend und nach einer Chablone eingestampft. *d* 8 Düsen aus Eisen- oder Kupferblech, an den innern Blechcylinder angenietet. *e* Oeffnung zur Zuführung von Gebläseluft. *f* Ein mit Quecksilber gefülltes Manometer, welches mittelst eines Korkpfropfes in die Ansatzröhre *g* gesteckt wird. Der Ofenschacht *h* kann noch durch Aufsatz eines Blechcylinders erhöht werden. *i* Schmelztiegel. *k* Untersatz.

Oberharzer Silberfeinbrennofen.

3) Oberharzer Silberfeinbrennofen (Taf. V, Fig. 86—88). *a* Grundmauer. *b* Schmelzheerd. *c* Horizontaler Hauptzugcanal. *d* Verticaler Zugcanal. *e* Züge in der Grundmauer. *f* Nebenzüge. *g* Lose Barnsteinmauer. *h* Arbeitsöffnung. *i* Test. *k* Muffel.

§. 67. Sublimirgefässöfen. Hierher gehören z. B.:

Oberh. Arsenikraffinirofen.

1) Oberharzer Arsenikraffinirofen (Taf. V, Fig. 89). *a* Gusseiserner Kessel. *b* Rost. *c* Aschenfall. *d* Schürloch. *e* Gusseiserner Cylinder mit dem Hute *f*. *g* Ableitungsrohr. *h* Condensationskammer. *i* Schlot für die Feuerung. *k* Schlot für die Condensationskammer. *l* Gewölbe.

§. 68. Destilliröfen, welche hauptsächlich bei der Gewinnung des Zinks und Quecksilbers vorkommen.

Engl. Zinkofen.

1) Englischer Zinkofen (Taf. V, Fig. 90). *a* Feuerfeste Tiegel mit einer Oeffnung im Deckel zum Eintragen der Beschickung und einer solchen im Boden. *b* Rohr von Eisenblech, durch welches die Zinkdämpfe in die mit Wasser gefüllten Gefässe *c* treten. *d* Züge. *e* Rost. *f* Aschenfall. *g* Schürloch. *h* Gewölbe.

Schles. Zinkofen.

2) Schlesischer Zinkofen (Taf. V, Fig. 91 u. 92). *a* Rost. *b* Mauern, welche je 2 Muffeln trennen. *c* Muffel, ursprünglich vorn offen (Ansicht *i*), wird mit einer Thonplatte geschlossen, in welcher sich zwei Oeffnungen befinden (Ansicht *h*). Die untere, mit einer Thonplatte verschliessbar, dient zum Ausräumen der Rückstände, die

obere zur Aufnahme der Vorlage *d*, welche in den Ansatz *e* mündet (Ansicht *g*). Die Vorlage *d*, durch welche die Zinkdämpfe hindurch gehen, um sich in *e* zu flüssigem Zink zu condensiren und von da in einen Untersatz *f* herabzutropfen, ist an ihrem Kopfe mit einer Oeffnung versehen, welche zum Eintragen der Beschickung und zum Reinigen der Vorlage dient. *g, h, i, k* Vorderansichten der Muffelgewölbe in verschiedenen Stadien der Zustellung der Muffeln. *l* Flammenzüge zum Einschmelzen des Zinks in eisernen, über den Räumen *m* aufgestellten Kesseln. *n* Reinigungscanäle. *o* Oeffnung zum Durchleiten der Flamme. *p* Raum zum Brennen des Galmeies durch die abziehende Flamme. *q* Raum zum Brennen der Muffeln. *r* Unterirdische Gewölbe. *s* Esse.

3) Belgischer Zinkofen (Taf. V, Fig. 93). *a* Feuer- Belg. Zinkofen. feste Thonröhren. *b* Thönerne oder gusseiserne Vorlage. *c* Eiserne Vorstecktute. *d* Rost. *e* Aschenfall.

4) Zweibrück'scher Quecksilberofen (Taf. V, Fig. 94). *a* Eiserne Retorten. *b* Vorlage. *c* Rost. *d* Aschen- Zweibrück'sch. Quecksilber- ofen. fall. *e* Gewölbe. *f* Züge.

5) Idrianischer Quecksilberofen (Taf. V, Fig. 95). *a* Rostartig gemauerte Gewölbe in dem Schachtofen, auf dem die Erze liegen. *b* Feuerungsraum für Holz. *c* Luftzüge. *d* Canäle, durch welche die Quecksilberdämpfe in die Condensationskammer *e* gelangen. Idrianischer Quecksilber- ofen.

6) Spanischer Quecksilberofen (Taf. V, Fig. 96). *a* Feuerungsraum. *b* Durchbrochenes Gewölbe. *c* Erzraum. *d* Thongefässe (Aludeln), welche die Quecksilberdämpfe passiren; die in denselben nicht abgekühlten Dämpfe treten in die Condensationskammern *e*. *f* Röhren zur Ableitung des condensirten Quecksilbers. *g* Schlot. Span. Queck- silberofen.

§. 69. Saigeröfen, hauptsächlich bei der Gewinnung des Wismuths und Grauspiessglanzerzes in Anwendung.

1) Schneeberger Wismuthofen (Taf. V, Fig. 97). *a* Eiserne Röhre, an ihrem oberen Ende verschliessbar. *b* Gefäss zur Aufnahme des ausgesaigerten Wismuths, welches durch geringe Feuerung warm erhalten wird. *c* Feuerungsraum. *d* Gewölbe. *e* Zugöffnung. *f* Trog Schneeberger Wismuthofen.

mit Wasser, in welchen die Rückstände hineingegossen werden.

Plattner's
Wismuthofen.

2) *Plattner's* Wismuthofen (Taf. V, Fig. 98 u. 99).
a Vier nebeneinander liegende gusseiserne Röhren. *b* Gefäß zur Aufnahme des Wismuths. *c* Fuchse. *d* Esse. *e* Sammelraum für die Flugasche. *f* Rost. *g* Aschenfall.

Wolfsberger
Antimonofen.

3) Anhaltinischer Antimonofen (Taf. V, Fig. 100).
a Seitenmauern mit Zuglöchern. *b* Tiegel, in einer Reihe nebeneinander, mit durchlöchertem Boden zur Aufnahme des Antimonerzes. *c* Untersatz zur Aufnahme des ausgesaigerten Schwefelantimons. *d* Asche, Sand, Damm-erde u. dgl. *e* Feuerungsraum.

Ungar.
Antimonofen.

4) Ungarscher Antimonofen (Taf. V, Fig. 101).
a Tiegel. *b* Untersatz. *c* Reservoir. *d* Gewölbe. *e* Rost.

Franz.
Antimonofen.

5) Französischer Antimonofen (Taf. V, Fig. 102).
a Thonröhren. *b* Untersatz. *c* Gewölbe. *d* Deckel. *e* Rost. *f* Canäle zum Einleiten von Wärme vom Feuerungsraume. *g* Arbeitsgewölbe.

Schwed.
Cementirofen.

§. 70. Cementirofen mit einem oder mehreren Cementirkasten, z. B. der schwedische Cementirofen mit 3 Kästen (Taf. V, Fig. 103). *a* Thönerne Cementirkästen, welche so aufgestellt sind, dass neben und unter denselben Züge bleiben, welche von der Flamme passirt werden. *b* Feuerungsraum. *c* Aschenfall. *d* Oeffnung zum Einsetzen von Probestücken. *e* Arbeitsöffnung. *f* Gewölbe. *g* Züge. *h* Raum zum Brennen der Cementirkästen. *i* Oeffnungen zum Raume *h*.

Drittes Kapitel.

Von den Gebläsen.

Zweck
der Gebläse.

§. 71. Allgemeines. Gebläse sind Vorrichtungen, mittelst welcher man atmosphärische Luft auffängt, zusammenpresst und behuf Hervorbringung einer kräftigen Oxydation oder einer hohen Temperatur in Oefen ein-

blasen lässt.¹⁾ Der gepresste Luftstrom durchdringt das Brennmaterial und es entsteht dadurch, dass in einem kleinen Raume viel brennbare Theile gleichzeitig sich mit dem Sauerstoffe verbinden, bei Anwendung von Gebläseluft eine weit höhere Temperatur als durch Zugluft, wo das Brennmaterial nur oberflächlich zur Verbrennung kommt.

Die ältesten Gebläse bestanden aus zusammengefügtten rohen Thierhäuten (Blasbälgen) mit einer Oeffnung zum Einsaugen und einer zweiten zum Ausblasen der Luft. Später verband man zwei steife Flächen seitwärts mit gegerbten Fellen und erhielt so die gewöhnlichen, noch jetzt gebräuchlichen Blasbälge. Gegen das Ende des 16. Jahrhunderts that man das Leder ganz weg und liess entweder eine an dem einen Ende drehbare hölzerne Fläche in einem hölzernen festen Kasten (Widholmsgebläse), oder einen an einem Ende drehbaren hölzernen Kasten in einem solchen feststehenden (Spitzbalg) sich bewegen. Im 18. Jahrhunderte gab man den Kästen eine prismatische oder cylindrische Gestalt und liess eine Fläche (Kolben) darin auf- und niedergehen, wo dann durch mit Ventilen versehene Oeffnungen die Luft abwechselnd eingesogen, comprimirt und ausgepresst wurde (Kasten- und Cylindergebläse). *Wagner*²⁾ empfiehlt das Löthrohr zur Anwendung für hüttenmännische Zwecke.

Geschichtliches.

Man kann die Gebläse eintheilen nach der Art des Materials, woraus ihre Haupttheile bestehen, in lederne, hölzerne, eiserne und hydraulische, oder nach ihrer Form und der Beschaffenheit des unmittelbaren Motors der Luft in Balgen-, Kolben-, Ventilator- und Wassergebläse. Manche Gebläse (Cagniardelle, Wassertrommel, Kettengebläse, Ventilatoren) blasen die comprimirt Luft — was für den Gang des Ofens am vorteilhaftesten ist — continuirlich aus, während sie andere stossweise entlassen, in welchem Falle noch gewisse Mittel

Classification der Gebläse.

¹⁾ *Richter*, die saugende Kraft als Lebenselement des Hüttenwesens und das Frictionsgebläse. Bgwfd. VI, 305.

²⁾ *Dingl.*, CXX, 423.

(Kuppelung oder Regulatoren) angewandt werden müssen, um die stossweise Bewegung der Luft in eine continuirliche zu verwandeln.

Kraft- und
Windeffect.

Die Wirkung eines Gebläses beurtheilt man nach seinem Kraft- und Windeffecte. Den Krafteffect¹⁾ drückt man durch einen Bruch aus, welcher die zum Betriebe dienende Kraft zum Nenner und den von dieser Kraft zur Verdichtung und Auspressung der Luft benutzten Theil zum Zähler hat. Die Cagniardelle besitzt den grössten Krafteffect = 1. Cylindergebläse geben 0,60 bis 0,65, hölzerne Kastengebläse 0,50 bis 0,55, Holz- und Lederbälge 0,25 bis 0,40, Wassertrommelgebläse 0,10 bis 0,15.

Der Windeffect eines Gebläses ergibt sich aus dem Verhältnisse der eingesogenen Luft als Nenner zu dem der ausgepressten Luft als Zähler. Die Cagniardelle hat wiederum den grössten Windeffect = 1, Cylindergebläse = 0,9, Kastengebläse = 0,8. Von grossem Einflusse auf den Windeffect eines Gebläses ist der schädliche Raum, worunter man den Raum im Innern des Gebläses versteht, welcher beim Auspressen der Luft mit comprimierter Luft gefüllt bleibt.

Auswahl der
Gebläse.

Die Auswahl eines Gebläses für einen bestimmten Zweck hängt ab von den disponibeln Geldmitteln (die billigsten Gebläse sind die Leder- und Holzbälge, das Wassertrommel-, Glocken-, Tonnen- und Ventilatorgebläse, auch wohl die einfachen Kastengebläse), von den vorhandenen Materialien und mechanischen Hilfsmitteln (Wassertrommel, Glockengebläse und lederne Bälge sind die einfachsten Vorrichtungen, erstere erfordern jedoch ein hohes Gefälle und viel Wasser), von der vorhandenen Betriebskraft (bei hinreichender Betriebskraft empfehlen sich Cagniardellen, Kolbengebläse und Ventilatoren, welche man von Wasser oder Dampf treiben lässt; bei nur vorhandener Thier- oder Menschenkraft sind fast allein Le-

¹⁾ Ueber d. Krafteffect der Gebläse: *Weissbach*, Ingen. Mechan. III. *Buff*, über den Nutzeffect der Gebläse in *Hausm.*, Stud. d. Gött. Ver. IV, 393.

derbälge anwendbar), von der für den metallurgischen Prozess erforderlichen Windpressung (Lederbälge geben eine Pressung von $\frac{1}{2}$ bis $\frac{2}{3}$ Zoll, Holzbälge 1 bis $1\frac{1}{2}$ Zoll, Ventilatoren bis 1 Z., Cagniardellen und Kasten-gebläse 1 bis $2\frac{1}{2}$ Zoll, Cylindergebläse $2\frac{1}{2}$ Zoll und darüber; bei langen Windleitungsröhren und erforderlicher starker Pressung sind Cylindergebläse und Cagniardellen anzuwenden).

§. 72. Balggebläse. Dieselben zerfallen in Ge- Balggebläse.
bläse mit ledernen und hölzernen Bälgen.

1) Gebläse mit ledernen Bälgen, und zwar ein- Lederbälge.
fach wirkende, welche einen intermittirenden, und doppelte mit Reservoir, welche einen continuirlichen Luftstrom geben.

a) Einfache lederne Bälge (Taf. VI, Fig. 109) bestehen aus folgenden Haupttheilen: *a* Hölzerner Boden mit dem nach oben schlagenden, mit Filz gefüttertem Holzventile *b*. *c* Oeffnung, durch welche die Luft beim Aufgange des bei *d* an einem Charniere beweglichen Deckels *e* eintritt. *f* Ledereinfassung. *g* Balgkopf. *h* Düse, durch welche beim Niedergange des Balgdeckels die Luft stossweise ausgepresst wird. Um den Luftstrom continuirlich zu machen, bringt man über dem einfachen Balge ein Reservoir an (Taf. VI, Fig. 110). *a* Feststehender Boden mit einer mit einem Ventile versehenen Oeffnung *b*, durch welche beim Aufgange des beweglichen Bodens *c* comprimirt Luft in das Reservoir *d* und von hier durch die Düse *e* austritt. Durch Auflegen von Gewichten auf den Deckel des Reservoirs erhöht man die Pressung der Luft. *f* Oeffnung zum Einsaugen der Luft. *g* Gewicht, welches den beweglichen Boden *c* nach jedem, durch den Zug nach *h* bewirkten Aufgang wieder niederzieht. Die eingesogene Luft wird nicht bei jedem Spiele des Gebläses gänzlich ausgepresst, sondern entweicht noch, während das Gebläse wieder saugend wirkt. (Hierher gehört das Kuckucksgebläse auf dem Kupferhammer zu Oker).

b) Doppelter Lederbalg mit Reservoir (Taf. VI, Fig. 111). Derselbe unterscheidet sich von dem vorigen nur dadurch, dass sich unter dem beweglichen Boden *c*

noch ein feststehender, mit Ledereinfassung verbundener Boden *h* mit einer Oeffnung *i* befindet. Indem sich der Boden *c* zwischen den beiden feststehenden Böden *a* und *h* bewegt, wird sowohl beim Auf- als Niedergange Luft eingesogen und in das Reservoir *d* gepresst.

Die einfachen Lederbälge ¹⁾ finden hauptsächlich bei Schmiedefeuern Anwendung, die einfachen Bälge mit Reservoir und die Doppelbälge auch bei Heerdöfen. Dieselben sind wegen der leichten Zerstörbarkeit des Leders kostspielig zu unterhalten und geben, wenn das Leder ausgetrocknet und steif geworden ist, — was man durch öfteres Einschmieren zu verhindern suchen muss — einen grossen schädlichen Raum.

Holzbälge.

2) Gebläse mit hölzernen Bälgen, Spitzbälge genannt, wenn sie sich nach vorn verjüngen (Taf. VI, Fig. 112 u. 113). Dieselben bestehen aus zwei in einander passenden, beim Schlosse *a* charnierartig verbundenen Holzkästen, dem Oberkasten (Mantel) *b* und dem Unterkasten (Schämel, Boden) *c*. Der Oberkasten bewegt sich in der Weise über den festen Unterkasten, dass derselbe mittelst einer Hebelvorrichtung *d* nach oben und mittelst an der Wasserradwelle *e* befindlicher Hebelinge *f*, welche auf den Tritt *g* wirken, wieder nach unten gezogen wird. Der Unterkasten *c* enthält das Ventil *h* im Boden und an den Seiten die Leistenliederung *i*, mittelst welcher der Unterkasten luftdicht an den Oberkasten gepresst wird. Zur gehörigen Dichtung der Liederung überzieht man dieselbe wohl mit Leder und versieht die betreffenden Theile des Oberkastens mit einem Ueberstriche von Leimwasser und Graphit. Man lässt wohl den Wind aus mehreren Bälgen vor dem Ausströmen durch die Düse in einen Regulatorkasten *l*. Die durch *h* eingesogene Luft

¹⁾ Literatur über Balggebläse: *Mohr*, über Schmiedebälge. *Dingl.*, LXXVIII. p. 18. *Paillette*, Lederbalg, *ibid.* LXVI, 274; LXVIII, 348. *Rabier's* Doppelbalg, *ibid.* XLV, 39. *Lloyd's* Balggebläse, *ibid.* CXI, 106. *Karst. Metall.* III, 171, Fig. 342—355. *Karsten's* Eisenhüttenk. 3. Aufl. Taf. VI. *Tunner's* Stabeisen- und Stahlbereitung, §. 50. *Neuer Schaupl. d. Bgwkde.* XV, 10.

wird durch die mittelst eines Lederschlauchs beweglich gemachte Düse *k* ausgepresst. Hölzerne Balggebläse mit festem Oberkasten und beweglichem Boden sind unter dem Namen Widholmsgebläse¹⁾ in Frankreich und Schweden in Anwendung.

Die hölzernen Balggebläse²⁾, wenngleich wegen des bedeutenden Windverlustes, der nicht hohen Windpressung und der erforderlichen grossen bewegenden Kraft nur unvollkommene Apparate, sind doch wegen ihrer wohlfeilen und leichten Herstellung und Unterhaltung noch häufig angewendet, namentlich auf Kupfer-, Blei- und Silberhütten (Oberharzer Silberhütten), sowie auch bei Frischfeuern.

§. 73. Kolbengebläse.³⁾ Dieses sind mit verschiede-Kolbengebläse. denen Oeffnungen und Ventilen versehene Behälter, an deren Seitenwänden eine mittelst der Liederung luftdicht anschliessende Fläche (Kolben) sich entweder horizontal oder vertical an einer mit einer treibenden Kraft in Verbindung gesetzten Stange (Kolbenstange) bewegt, wodurch Luft bald eingesogen, bald ausgepresst wird. Hölzerne oder eiserne Behälter von der Form eines vierseitigen Prisma's nennt man Kastengebläse, eiserne Behälter in Cylindergestalt Cylindergebläse.

Die Kolbengebläse sind entweder einfach- oder doppeltwirkende, je nachdem der Kolben nur beim Auf- oder Niedergange Luft auspresst, oder beim Auf- und Niedergange zugleich.

Die Cylindergebläse, zwar kostspielig herzustellen, sind die vollkommensten Gebläse in Rücksicht auf Dauerhaftigkeit, auf die Grösse des schädlichen Raumes, des Windverlustes und der Friction, und besonders da nicht zu entbehren, wo es auf die Erzeugung von viel und

¹⁾ *Hausmann*, Reise nach Skandinavien. IV, 169.

²⁾ Ueber Holzbälge: *Karst.*, Metall. III, 182. Fig. 356—372. *Turner's* Stabeisen- und Stahlbereitung. §. 51. Berechnung des Inhalts eines Spitzbalges in *Scheerer's* Metall. I, 468 u. *Kerl*, Oberharzer Hüttenpr. 1852. p. 81.

³⁾ *Valerius*, Handb. d. Roheisenfabrik., deutsch von *Hartmann*. Freib. bei Engelhardt 1851. p. 238. Ergänzungsheft 1853. p. 55.

stark gepresstem Winde (von $2\frac{1}{2}$ Zoll Quecksilber und darüber) ankommt. Gute doppelt wirkende Kastengebläse kommen ihnen am nächsten. Letztere sind für Gegenden zu empfehlen, wo man eiserne, gut ausgebohrte Cylinder noch nicht ohne Umstände und grosse Kosten erhalten kann. Die Kastengebläse sind vollkommener, als die Spitzbälge; wegen der völligen Unabhängigkeit des Unterkastens von dem Oberkasten fällt die Friction im Schlosse weg, der schädliche Raum ist geringer und bei gleicher Windmenge erfordern die Kästen weit geringere Räume. Dagegen theilen sie mit den Spitzbälgen die Mangelhaftigkeit der hölzernen Leistenliederung, insofern diese nicht durch eine zweckmässigere Rosshaarliederung¹⁾ ersetzt wird, wobei man sich als Schmiermittel am besten eines Ueberstrichs von Graphit und Leimwasser bedient.

Kastengebläse.

I. Kastengebläse²⁾ und zwar

1) Einfach wirkendes Kastengebläse (Taf. VI, Fig. 114). *a* Hölzerner Kasten, dessen einfach wirkender, mit Ventilen *b* versehener Kolben *c* durch epicykloidische Heblinge einer Welle in der Weise auf- und niederbewegt wird, dass dieselben auf einarmige Hebel (Streichspähne) drücken, welche auf den Kolben die Bewegung durch Balancier's fortpflanzen. Beim Aufgange des Kolbens tritt die comprimirte Luft durch die Ventilöffnung *d* in einen Regulator *e* und von hier durch die Windleitung *h* in den Ofen.

2) Doppelt wirkendes, liegendes Kastengebläse (Taf. VI, Fig. 115). *a* Eiserner Kasten. *b* Kolben. *c* Kolbenstange, welche sich luftdicht in den Kastenwänden hin und her bewegt und auf Frictionsrollen *d* geleitet wird. Die Einsaugungsventile befinden sich an den beiden Seitenwänden *e* und *f* des Kastens, die eingesogene Luft tritt abwechselnd durch die mit Ventilen versehenen

¹⁾ B. u. h. Ztg. II, 281. Polyt. Centr. 1844. p. 158.

²⁾ Literatur über Kastengebläse: *Karst.*, Metall. III, 195. Fig. 373—378. *Karst.*, Arch. 1. R. XVI, 107. *Tunner*, Stabeisen- und Stahlbereitung. §. 54. Neuer Schaupl. d. Bergwerksk. XV, 16. *Weniger*, der pract. Schmelzmeister. Carlsbad 1851. p. 63.

Röhren *g* und *h* in den Sammelkasten *i*, und wird von da durch *k* weiter geführt.

II. Cylindergebläse.¹⁾ Man unterscheidet, wie bereits angeführt, einfach und doppelt wirkende Gebläse, ferner, je nach der Lage des Cylinders, Gebläse mit stehenden, horizontalen²⁾ und oscillirenden Cylindern.³⁾

Cylinder-
gebläse.

Gebläse mit stehenden, doppelt wirkenden Cylindern (Taf. VI, Fig. 116 u. 117) sind die gebräuchlichsten. *a* Cylinder, an dessen Deckel *b* und Boden *c* sich je 2 Häse *d*, *e*, *f* und *g* befinden; in *d* und *f* liegen die Einsaugeventile, in *e* und *g* die Ausströmungsventile. *h* Kolbenstange, welche sich luftdicht in der Stopfbüchse *i* bewegt, mit dem Kolben *k* am untern Ende, welcher an seiner Peripherie zum luftdichten Anschliessen an den Cylinder mit Liederung⁴⁾ versehen ist. *l* Windsammelrohr mit den Ausströmungsventilen *m* und *n* des zweiten Cylinders. *o* Röhre zur Ableitung der Luft.

Die Bewegung des Cylinders geschieht auf die Weise, dass das auf der Wasserradwelle *p* befindliche Stirnrad *q* in das auf der Kurbelwelle *r* befindliche Getriebe *s* eingreift, wodurch die Kurbelscheibe *t* in umdrehende und dadurch der daran befestigte Bläuel *u* in eine auf- und niedergehende Bewegung versetzt wird. Der Bläuel bringt den Balancier *v* an dem einen Ende und dadurch das andere Ende desselben, an welchem die Kolbenstange *h* befestigt ist, in auf- und niedergehende Bewegung. Zur vertikalen Leitung der Kolbenstange ist ein *Watt'sches*

¹⁾ Literatur: *Karst.*, Metall. III, 202. Fig. 380 — 419. *Wehrle*, Hüttenk., §. 251—255. *Tunner*, Stabeis.- u. Stahlber. §. 54—59. Neuer Schaupl. d. Bgwkd. XV, 23. Cylindergebläse zur Halsbrücker Hütte bei Freiberg: *Jahrb. f. d. sächs. Berg- u. Hüttenmann.* 1839, p. 99; zu Sayner Hütte: *Dingl.*, LXVIII, 348; zu Aveyron: *Dingl.*, L, 258. *Goguet*, verbessertes Gebläse. B. u. h. Ztg. 1852. p. 699. *Scheerer*, Metall. I, 416. Cylindergebl. mit grosser Geschwindigkeit. Bgwfd. XIV, 346. *Weniger*, der pract. Schmelzmeister. Carlsbad 1851. p. 57.

²⁾ B. u. h. Ztg. 1853. p. 305. *Dingl.*, CVII, 29.

³⁾ *Tunner's Hammermeister*, p. 210.

⁴⁾ Ueber Gebläseliederung: B. u. h. Ztg. 1843. pag. 281. *Polyt. Centr.* 1844. p. 158.

Parallelogramm oder eine Storchschnabelvorrichtung *w* angebracht.

Ventilator-
gebläse.

§. 74. Ventilatorgebläse.¹⁾ (Windrad-, Fächer- oder Centrifugalgebläse). Das gewöhnliche Ventilatorgebläse (Taf. VI, Fig. 118 u. 119) besteht aus einem kreisrunden Gehäuse von Eisenblech *a* mit einer centralen Oeffnung *b* zu beiden Seiten, durch welche die Luft eingesogen, und einer Oeffnung *c* an der Peripherie, durch welche die Luft ausgetrieben wird. Eine Axe *d* geht durch die centriscbe Oeffnung und ist an beiden Enden durch geeignete Lager unterstützt. An der Mitte dieser Axe ist eine Büchse *e* festgekeilt, von der mehrere Arme *f* in Form von rechteckigen Blättern ausgehen, welche so breit als möglich gemacht werden, jedoch das Gehäuse nicht berühren dürfen. Die Axe und damit die Flügel werden durch Riemen etc. in Rotation versetzt und dadurch die bei *b* eingesogene Luft an die Peripherie geschleudert, wo sie durch *c* ausströmt. Da hinter jedem Flügel während der Rotation ein luftverdünnter Raum gebildet wird, so strömt die vor den Flügeln verdichtete Luft über dieselben weg in diesen luftverdünnten Raum, wodurch ein starkes Geräusch und zugleich ein beträchtlicher Kraftverlust entsteht. Beide Uebelstände werden in *Lloyd's*²⁾ patentirtem Ventilator beseitigt. Zuweilen sind die Flügel geknickt oder gebogen. Zu den Ventilatorgebläsen gehört auch *Johnes Exhaustor*.³⁾

Diese Gebläse sind in der Anwendung sehr bequem,

¹⁾ Ueber Ventilatorgebläse: B. u. h. Ztg. I, 981; VII, 113. Bgwfd. I, 516; III, 362; VI, 252; X, 119; XII, 53. Polyt. Centr. 1835, p. 946; 1836, p. 1083; 1837, p. 743; 1838, p. 890, 921; 1839, p. 1087; 1840, p. 241; 1842, p. 192; 1847, p. 743; 1848, p. 1190; 1849, p. 445; 1853, p. 1181. *Dingl.*, LXIII, 397; LXX, 430; CXXVIII, 177; CXXX, 76; CXXXI, 52. *Merbach*, über eine vergleichungsweise Wirkung eines Kasten- und Centrifugalgebläses. B. u. h. Ztg. 1845. p. 375. Bgwfd. VIII, 561. *Lamp.*, Fortschr. p. 73. *Redtenbacher*, Theorie und Bau der Turbinen und Ventilatoren. 1844.

²⁾ *Dingl.*, CXI, 105. Bgwfd. XIII, 115.

³⁾ B. u. h. Ztg. I, 986. Bgwfd. XIII, 283.

weil sie leicht transportirt werden können, wenig Anlage- und Unterhaltungskosten und bei einem grossen Nutzeffecte und vollkommen gleichmässigen Windstrome nur geringe bewegende Kraft erfordern. Sie kommen besonders da in Anwendung, wo man eine grosse Menge Wind (nicht viel unter 1000 Cubikfuss pro Minute) bedarf, es aber auf eine starke Pressung desselben (über 1 Zoll Quecksilber) nicht ankommt. Bei Cupoloöfen¹⁾ und Holzkohlenhöfen²⁾ bedient man sich derselben noch mit gutem Erfolge. Auch sind sie als Exhaustoren, anstatt der Essen, sehr zu empfehlen.

§. 75. Hydraulische Gebläse. Hierunter begreift man solche Gebläse, bei denen das Wasser als Sperrungs- oder Liederungsmittel, oder auch als Motor der Luft dient. Das Wasser ist als Absperrungsmittel für die Luft und als Liederungsmittel ganz vorzüglich, lässt jedoch wegen seiner Nachgiebigkeit gegen den Luftdruck keine hohe Pressung der Luft zu. Die Ansammlung der comprimierten Luft geschieht in einem unbeweglichen oder beweglichen Windkasten. Hydraulische Gebläse.

I. Gebläse mit unbeweglichem Windkasten, bei welchem das Wasser zugleich als Motor, Liederungs- und Sperrungsmittel dient und welche einen continuirlichen Luftstrom geben.

1) Das Wassertrommelgebläse (Taf. VI, Fig. 120).³⁾ Aus einem Wasserkasten *a* stürzt durch die mit Luftzuführungslöchern *b* versehenen Röhren *c* Wasser in den Behälter (Trommel) *d*, welches beim Aufschlagen auf die Brechbank *e* die mitgerissene Luft fahren lässt. Diese sammelt sich oben in der Trommel an und entweicht durch die Röhre *f*, das Wasser fliesst über den Rand des Gefässes *g* ab. Wassertrommelgebläse.

¹⁾ Bgwfd. III. 362.

²⁾ *Dingl.*, CXXXII. 84. Hft. 2.

³⁾ Ueber Wassertrommelgebläse: *Karst.*, Metall. III, 225. Fig. 431—439. *Tunner*, Stabeisen- u. Stahlbereitung, §. 52 (daselbst eine Berechnung des Effects). *Polyt. Centr.* 1852. p. 33. 1854. p. 592. *Pogg.*, Ann. LXXX, 32. Bgwfd. XV, 353. *Karst.*, Arch. 1. R. VIII, 303.

Kerl, Hüttenkunde.

Diese Gebläse zeichnen sich durch ihre Einfachheit und Wohlfeilheit aus und bedürfen wenig Reparaturen, wesshalb sie bei manchen Hüttenanlagen, z. B. in den Alpen, Pyrenäen, in Italien etc., wo hohe Wassergefälle zu Gebote stehen und Eisbildung weniger stattfindet, noch immer Anwendung finden. In Rücksicht auf die erforderliche Wasserkraft geben sie von allen Gebläsen den geringsten Nutzeffect, sowie auch keine bedeutende Pressung.

Kettengebläse.

2) *Henschel's* Ketten- oder Paternostergebläse (Taf. VI, Fig. 121). Dasselbe ist ein vervollkommnetes Wassertrommelgebläse und besteht im Wesentlichen aus einem eisernen Seile ohne Ende *a*, welches über einer Scheibe *b* aufgehängt ist. An diesem Seile sind kleine eiserne Cylinder *c* befestigt, auf welchen sich hölzerne oder eiserne Klappen *d* befinden. Das Seil geht theilweise durch eine nach der Kettenlinie gekrümmte eiserne Röhre *e*. Indem nun in letztere durch das Gerinne *f* Wasser zufliesst, wird die Kette in Umgang versetzt. Die mit Luft gefüllten kleinen Cylinder gelangen durch die Röhre *e*, von Wasser umgeben, in den Kasten *g*, wo sich die Klappen öffnen und die eingeschlossene Luft nach oben durch die Röhre *h* entweicht.

Das Kettengebläse¹⁾ giebt einen verhältnissmässig grossen Effect, weil die Umtriebsmaschine zugleich auch die ausübende ist. Da die Luft nicht leicht zwischen den Cylindern in die Höhe steigen kann, so ist eine grössere Pressung als beim Wassertrommelgebläse zu erreichen; ersteres erfordert jedoch grössere Anlagekosten, genaue Ausführung und häufige Reparaturen. Man hat diese Gebläse bei Holzkohlenöfen und Frischfeuern mit Erfolg angewandt, z. B. zur Silbernaaler Frischhütte bei Clausthal auf dem Oberharze.²⁾

¹⁾ Ueber Kettengebläse: *Karst.*, Metall. III. 234. Fig. 426 — 430. *Lamp.*, Suppl. zu Bd. II, p. 89. *Karst.*, Arch. 1. R. VIII, 180. *Koch*, über das Kettengebläse. Göttingen 1824.

²⁾ Beschreibung u. Berechnung des Effects des Silbernaaler Kettengebläses: *Poppe* in *Dingl.* LXXI, 448. *Migout* u. *Bergery*, theoret.

3) *Henschel's Wassersäulengebläse*¹⁾, sehr complicirt in seiner Einrichtung, ist zu Veckerhagen ausgeführt. Wassersäulengebläse.

II. Gebläse mit beweglichem Windkasten, wobei das Wasser als Sperrungs- und Liederungsmittel wirkt.

1) Glockengebläse²⁾ (Taf. VI, Fig. 122). *a* ein theilweise mit Wasser und ventilirten Lutten *b* und *c* versehener Kasten, in welchem sich ein oben geschlossener Kasten *d* an einer Kolbenstange *e* auf und nieder bewegt. Beim Aufgange desselben wird Luft durch *b* eingesogen, beim Niedergange solche durch *c* ausgepresst. Damit das Wasser bei tiefem Eintauchen des Kastens *d* nicht über dessen Deckel *f* tritt, sind die Seitenwände desselben verlängert. Dieses Gebläse hat einen bedeutenden schädlichen Raum. Glockengebläse.

2) Tonnengebläse³⁾ (Taf. VII, Fig. 124). *a* Tonne, auf einem Gestelle um ihre Axe in oscillirende Bewegung versetzbar und theilweise mit Wasser gefüllt. *b* Scheidewand. *c* und *d* Ventile an jedem Boden der Tonne; an dem einen öffnen sie sich nach aussen, an dem andern nach innen, so dass bei jeder Bewegung der Tonne Luft aus der einen Hälfte ausgeblasen und in der andern Luft eingesogen wird. Es bleibt dabei stets ein sehr bedeutender schädlicher Raum. Tonnen-
gebläse.

3) Cagniardelle⁴⁾ (Schrauben-, Schnecken-, Cagniardelle. Spiral- oder Waldhorngeläse) (Taf. VI, Fig. 123).

pract. Anleitung zur Berechnung der gebräuchlichsten Maschinen.
Deutsch von *Schnuse* und *Kornhardt*. Braunsch. 1845. p. 335.

¹⁾ *Pfort* über *Henschel's Wassersäulengebläse* nach seiner ersten Ausführung bei der Eisenhütte zu Veckerhagen. Mit 2 Kpftln. 1833. *Marignac* im Bgwfd. VI, 401. *Polyt. Centr.* 1853. p. 1179.

²⁾ *Baader*, Beschreibung eines neu erfundenen Gebläses, Göttingen 1794. *Karst.*, Met. III, 219. Fig. 403. *Wehrle*, Hüttenk. I, §. 258.

³⁾ *Karst.*, Met. III, 221. Fig. 411. — 414. *Karst.*, Arch. 1. R. IX, 435. *Lamp.*, Httkde. 2. Suppl. p. 90.

⁴⁾ Bgwfd. IV, 479; IX, 527. B. u. h. Ztg. 1843. p. 901. *Dingl.*, LV, 212. *Polyt. Centr.* 1835. Nr. 60. *Lamp.*, Suppl. II. 91. Cagniardelle auf den Freiburger Hütten. *Jahrb. f. d. sächs. Berg- u. Hüttenmann* 1839. p. 100. *Lamp.*, Fortschr. 1839. p. 72; zu

Dieselbe besteht aus einem cylindrischen Mantel *a* von Kupfer- oder Eisenblech, an dessen Axe *b* sich spiralförmige Wände *c* befinden, die an ihrer Peripherie mit dem Mantel luftdicht vernietet sind. Die vordere Grundfläche *d* des in einem, zum Theil mit Wasser gefüllten Kasten *h* geneigt liegenden Cylinders *a* ist durch die ausmündenden Blechspiralen *c* in 4 offene Quadranten getheilt und der flach konische Boden des Mantels um die Axe herum mit einer cylindrischen Oeffnung *e* versehen. Wird der Cylinder durch ein Vorgelege *f* in rotirende Bewegung versetzt, so schöpft er durch die Quadranten Luft, welche durch die spiralförmigen Gänge bis zum Ende des Cylinders gleichsam herabgeschoben wird, wo sie dann durch ein Rohr *g* ausströmt, während das Wasser durch die Oeffnung *e* aus dem hintersten Schraubengang wieder in den Kasten *h* gelangt.

Obgleich bei einer dauerhaften und zweckmässigen Construction etwas theuer, empfehlen sich die Cagniardellen dadurch, dass sie wegen ihrer Einfachheit und geringen Reibung den grössten Krafteffect geben, keinen schädlichen Raum besitzen, einen continuirlichen Windstrom entlassen, einen nur geringen Windverlust gestatten und zu ihrer Bewegung einer geringen Kraft bedürfen.

Der Cagniardelle ähnlich in der Wirkung ist *Stecker's* rotirendes Wassergebläse ¹⁾ und *Lüder's* Schöpfrad- oder Radwassergebläse, ²⁾ welches z. B. seit 1834 in Mädesprung am Harze ein Frischfeuer treibt und sich nach *Schokka* durch Wirksamkeit, Dauerhaftigkeit, geringe Kraftabsorption und einen stillen Gang auszeichnet.

Schemnitz. Bgwfd. XIII, 1; zur Herzog Juliushütte am Unterharz: *Kerl*, Unterh. Hüttenproz. 1854. p. 10; zu Hammerau in Baiern Bgwfd. IX, 527. Berechnung der Leistung etc. einer Cagniardelle in *Hülsse's* allgem. Maschinenencyklopädie II, 813. Vergleichung ihres Nutzeffectes mit dem eines Cylindergebläses: *Rittinger* im Bgwfd. XIII, 1.

¹⁾ Polyt. Centr. 1841. p. 887.

²⁾ Ann. d. min. 4. sér. XII, 391; Polyt. Centr. 1849. p. 448; 1853. p. 1181; *Dingl.*, CXXVIII, 320. Bgwfd. XIII, 57.

§. 76. Kuppelung und Regulatoren¹⁾. Alle Gebläse, welche durch die ungleichmässige Bewegung eines Krummzapfens in Umtrieb gesetzt werden, entlassen den Wind stossweise, was auf den Ofengang unvortheilhaft einwirkt.²⁾ Durch Verbindung (Kuppelung) mehrerer einzelner Gebläse, die man in einer gewissen Reihenfolge in einen gemeinsamen Sammelkasten blasen lässt, lässt sich dieser Uebelstand bedeutend vermindern, indem dann der Wind aus diesem Sammelkasten mehr gleichmässig ausströmt. Vollständiger wird der Zweck erreicht durch sogenannte Windregulatoren, und zwar solche mit unveränderlichem oder mit veränderlichem Inhalt.

Kuppelung
der Gebläse.

1) Windregulatoren mit unveränderlichem Inhalt. Dies sind grosse luftdichte Räume, in Stein gehauen oder gemauert oder aus Eisenplatten oder Eisenblech zu Cylindern oder Kugeln zusammengefügt, in welche die aus dem Gebläse stossweise kommende Luft eintritt. Dieselbe dehnt sich alsbald gleichförmig aus und strömt am andern Ende des Regulators continuirlich aus. Die Ausgleichung der Unregelmässigkeiten des ein- und ausmündenden Stromes wird um so vollständiger stattfinden, je grösser der Rauminhalt des Regulators ist. Lange Windleitungsröhren dienen als Regulatoren. Sind dieselben bis zum Regulator kurz, so muss dessen Inhalt etwa zwanzigmal so gross sein, als der des Gebläses, bei längern Windleitungsröhren genügt ein 10—15facher Inhalt. Ein angebrachtes Sicherheitsventil verhindert eine zu starke Pressung.

Wind-
regulatoren.

2) Windregulatoren mit veränderlichem Inhalt. Ihre Construction beruht darauf, dass man je nach dem Absetzen oder Zublasen des in einen kastenförmigen Regulator geleiteten Windes diesem durch einen mit Gewichten beschwerten Kolben (Kolben- oder Trockenregulatoren) oder durch eine Wassersäule (Wasserregulator) einen gleichmässigen Druck entgegensetzt.

¹⁾ *Wehrle*, Hüttenkde. §. 265—267. *Tunner*, Stabeisen- und Stahlbereitung §. 62. Neuer Schaupl. d. Bgwkd. XV, 36. Bgwfd. XI, 62, 638; *Dingl.*, LXIX, 236, LXXIII, 152.

²⁾ *Hopkin's* Versuche und Beobachtungen über die divergirenden Strömungen ausfahrender comprimierter Luft. *Dingl.*, XLVI, 163.

Wenn weniger Luft in den Regulator eintritt, als ausströmt, so sinkt der Kolben oder steigt die Wassersäule und presst die Luft zusammen.

Trocken-
regulator.

a) Trockenregulator (Taf. VI, Fig. 114.) Die aus dem Gebläsecylinder etc. *a* durch die Oeffnung *d* in den Regulator *e* stossweise getriebene Luft wird durch den Druck des mit einem Sicherheitsventile *f* versehenen Kolbens *g* zusammen und aus *h* in einem continuirlichen Strome ausgepresst.

Wasser-
regulator.

b) Wasserregulator (Taf. VII, Fig. 125.) In einem gemauerten Wasserbassin *a* befindet sich ein den Boden desselben nicht berührender Behälter *b* mit 2 Oeffnungen im Deckel, die eine *c* zum Einströmen, die andere *d* zum Ausströmen des Windes. Durch das Sinken des Wassers beim Einströmen der Luft wird derselben das Gleichgewicht gehalten. Damit keine zu starken Schwankungen in dem Wasserstande eintreten, gibt man dem Regulator ein 4—5 mal. grösseres Volumen, als das Gebläse hat.

Regulatoren mit unveränderlichem Inhalt sind am häufigsten im Gebrauche, weil sie am wenigsten Nachsicht und Wartung erfordern; Trockenregulatoren, welche wenigstens einen doppelt so grossen Inhalt haben müssen, als die Gebläse, lassen leicht Wind fahren, und am seltensten kommen Wasserregulatoren in Anwendung, weil dieselben einen feuchten und wegen der auf dem Wasser entstandenen Wellenbewegung öfters ungleichmässigen Wind liefern. Nach *Feburet*¹⁾ bleibt die Luft trocken, wenn man auf das Wasser eine 2 Zoll hohe Oelschicht bringt.

Wirkung
feuchter
Gebläseluft.

Wasserdampf²⁾ der Gebläseluft beigemengt, kühlt den Ofen ab und verringert die Production. Erfahrungsmässig ist diese im Sommer geringer als im Winter.³⁾

¹⁾ Bgwfd. II, 157.

²⁾ *Köhler*, Bergm. Journ. 2. Jahrg. II, 93. *Karst.*, Eisenh. III, 272. *Polyt. Centr.* 1849. p. 1134. *B. u. h. Ztg.* 1849. p. 497, 700. *Dingl.*, LXVI, 316. *Erdm.*, J. f. oek. u. techn. Ch. II, 398, 509. *Lamp.*, Fortschr. 1839. p. 43. *Valerius*, Handb. d. Roheisenfabrikation, deutsch v. *Hartmann*. Freiberg bei Engelhardt 1851. p. 495.

³⁾ Bgwfd. X, 448.

Nach *Rogers*¹⁾ enthält die Luft bei $0^{\circ} = \frac{1}{600}$, bei $15^{\circ} \text{ C.} = \frac{1}{80}$ und bei $30^{\circ} \text{ C.} \frac{1}{40}$ ihres Gewichts Wasser, weshalb sich bei grosser Hitze das Eisenausbringen um 20% verringert. In England nimmt man an, dass 1 Cubicmeter Luft durchschnittlich 8,7 Gramm Wasser enthält. *Balling* schätzt das Gewicht des Wasserdunstes, welches in 24 Stunden einem Hohofen von mittlerer Grösse durch die Gebläseluft zugeführt wird, auf 800 Pfd.

Durch Einblasen von Kohlenstaub mit dem Winde in Eisenhöfen hat man bei einer Ersparung an Brennmaterial die Production erhöht.²⁾

§. 77. Windleitungen.³⁾ Manche Gebläse, z. B. Balggebläse, lassen den Wind durch Düsen unmittelbar in den Ofen; meist hat derselbe aber mehr oder weniger lange Windleitungsröhren aus Gusseisen, seltener solche aus Eisenblech (z. B. bei Balggebläsen) oder hölzerne ausgepichte Canäle (Windlутten) zu passiren, bevor er durch das Endstück der Windleitungsvorrichtung, die Düse, Deute oder Deupe, in den Ofen gelangt. Die gusseisernen Röhren werden entweder, nachdem Pappe- oder Filzringe dazwischen gelegt, zusammengeschroben, oder, besonders bei Leitungen für erhitzte Luft, mittelst Muffen und Verkittung⁴⁾ luftdicht verbunden. Die Windleitungen müssen bequem zu repariren und so angebracht sein, dass man überall dazu kommen kann. Die Weite der Röhren

Wind-
leitungen.

¹⁾ Bgwfd. X, 148.

²⁾ Bgwfd. X, 535.

³⁾ *Mayrhofer*, allgem. Regeln, welche bei der Construction der Cylindergebläse, Windleitungen, Windregulatoren u. Luftherhitzungsapparate zu beobachten sind. *Kraus*, Jahrb. 1852. 3. Jahrg.

⁴⁾ Eisenkitte: 1) 7 Raumthle. Eisenfeilspäne mit 2 Thln. gepulvertem fetten Thon und mit starkem Weinessig zu einem Teig angemengt. 2) 100 Thle. gesiebte Eisenbohrspäne mit 1—2 Thln. Salmiak und so viel Wasser versetzt, dass ein steifer Brei entsteht. 3) 4 Thle. feine Eisenbohr- und Feilspäne, 2 Thle. Töpferthon und 1 Thl. gestossene Topfscherben mit Salz und Wasser zu einem Brei angerührt. — Andere Eisenkitte in *Scheerer's Met.* I, 446. Bgwfd. VIII, 333.

ist von wesentlichem Einflusse auf die Reibung der Luft in denselben.¹⁾

Der Reibungswiderstand ist erfahrungsmässig gering, wenn der Querschnitt der Röhre das 16fache von dem der Düse beträgt. Hauptwindleitungsröhren gibt man am zweckmässigsten einen Durchmesser von 15—20 Zoll, längeren Nebenleitungen einen solchen von 10—12 Zoll, kürzeren 6—8 Zoll und der Düse 1—3 Zoll Durchmesser.

Weite, Form
und Lage der
Düsen.

Von der Weite der Düsenmündung hängt hauptsächlich die Pressung des ausströmenden Windes ab; von unwesentlichem Einflusse ist die Länge derselben, dagegen von bedeutendem Einfluss auf die Reibung der Luft und deren Geschwindigkeit beim Ausströmen die Gestalt der Düse.²⁾ Die Lage der Düse in der Form (§. 57.) kann eine verschiedene sein in Bezug auf die Neigung und den Abstand ihrer Mündung vom Formmaul. Letzterer pflegt nicht über 4 Zoll zu betragen und ist um so grösser zu nehmen, je weiter die Form in den Ofen hineinragt, indem sie dann von dem Winde abgekühlt wird. Um die Düse nach allen Richtungen hin beweglich zu machen, ist sie wohl mit der übrigen Röhrenleitung durch einen Leder Schlauch verbunden.

Windstock.

Zur Vertheilung des Windes aus der Hauptwindleitungsröhre in die einzelnen Oefen befinden sich auf derselben gewöhnlich stehende Röhren (Windstock, Wind-

¹⁾ Koch, einige Versuche und Beobachtungen über die Bewegung verdichteter atmosphärischer Luft in langen Windleitungsröhren. Stud. d. Götting. Ver. III. 1. Buff, über den Widerstand der Luft an den Wänden der Leitungsröhren. ibid. IV, 129. d'Aubuisson, Versuche zur Bestimmung des Widerstandes, den die Luft beim Durchströmen durch die Leitungsröhren erleidet. Karst., Arch. 1. R. XIX, 518. Pogg., Ann. X, 268.

²⁾ Koch, Versuche und Beobachtungen über die Geschwindigkeit und Quantität verdichteter atmosphärischer Luft, welche aus Oeffnungen von verschiedener Construction und durch Röhren ausströmt. Stud. d. Götting. Ver. I, 1; Pogg., II, 39. Buff, über die Ausströmungsgesetze atm. Luft. Stud. d. Götting. Ver. IV, 23. Weisbach, neue Ausmittlung des Ausflusscoefficienten der atm. Luft. Pogg., LI, 449. Holzmann, über den Ausfluss der Luft aus einem Behälter. Pogg., LXI, p. 466. Schreiber ver-

ständer)¹⁾, von welchen die Düse ausgeht. Durch ein Kegelventil *a* (Taf. VII, Fig. 126) oder durch ein Schieberventil regulirt man den Eintritt der Luft in die Düse *b*.

§. 78. Winderhitzungsapparate. Die Irrigkeit der früheren Ansicht, dass die kälteste Gebläseluft auf die Verbrennung am günstigsten wirke, ist schon um 1799 von *Seddler*, um 1822 von *Leuch's* und im J. 1829 von *Nielson* in Glasgow wiederholt nachgewiesen und von letzterem, so wie durch spätere Erfahrungen dargethan, dass man bei Anwendung erhitzter Gebläseluft²⁾ unter Umständen eine Ersparung von Brennmaterial ohne Vermehrung der Metallproduction oder eine Vermehrung der Metallproduction ohne Brennmaterialersparung, oder beide zugleich erreichen kann.³⁾ Dies hat seinen Grund hauptsächlich darin, dass die erhitzte Luft dem Ofen einen Theil Wärme zuführt, der nicht erst auf Kosten von Brennmaterial erzeugt zu werden braucht, und dass die heisse dünnere Luft das Brennmaterial vollständiger durchdringt und dadurch eine für die Metallproduction und auf den Schmelzgang günstige Wirkung ausübt.⁴⁾

Bei Oxydationsprozessen pflegt die heisse Luft weniger zu leisten, als bei Reductionsprozessen. Das meiste Glück

Wind-
erhitzungs-
apparate.

Nutzen des
erhitzten
Windes.

gleichende Versuche über die Bewegung der erhitzten Luft in einer weiten u. in mehreren engen Röhren von gleichen Oberflächen. *Karst.*, Arch. XII, 121 (1838). Ueber die Gesetze der Luftbewegung in Röhrenleitungen, *Polyt. Centr.* 1838. p. 396.

¹⁾ *Gauthier*, Schieber zur Absperrung von Windleitungen. *Bgwfd.* XII, 696. *Neuer Schaupl. d. Bgwkd.* XV, 53. *Merbach*, neuer Windständer. *Polyt. Centr.* V, 207. *Smith*, Apparate zur Regulirung der Gebläseluft. *Dingl.*, LXXXVIII, 166.

²⁾ *Merbach* über Anwendung der heissen Gebläseluft im Gebiete der Metallurgie. Leipzig 1840. Ueber die Wirkung der erhitzten Gebläseluft. *Karst.*, Arch. 2. R. XI, 171. *Pogg.*, XXXIV, 163, XXXVII, 196, XXXVIII, 232, LX, 508. *Bgwfd.* IV, 40, 59, 102, 329; VIII, 545, IX, 554. *Erdm.*, J. f. pr. Ch. XIII, 304. B. u. h. Ztg. 1842. p. 326. *Valerius* Handb. d. Roheisenfabrikation, deutsch von *Hartmann*. Freiberg bei Engelhardt 1851. p. 262. *Ergänzungsheft.* 1853. p. 75.

³⁾ *Lamp.*, Fortschr. p. 61. *Bgwfd.* IV, 40, 59, 94, 102; VII, 416. V, 309. *Hartmann* über den Betrieb der Eisenhöfen mit heisser Luft. 6 Hefte. Quedlinbg. 1834—1841.

⁴⁾ *Bgwfd.* VIII, 545. *Pogg.*, XXXVII 196; XXXVIII, 232; LX, 508.

hat dieselbe beim Eisenhohofenbetriebe gemacht, weit weniger bei Blei-, Kupfer- und Silbergewinnungsprocessen.¹⁾

Lufterwärmungsvorrichtungen.

Die Erwärmung der Luft²⁾ geschieht mit Ausnahme des *Cabrol'schen* Apparates³⁾ dadurch, dass man dieselbe durch ein System verschieden angeordneter gusseiserner Röhren strömen lässt, die unter einem gemauerten Gewölbe liegend entweder durch eine besondere Feuerung oder durch die Gichtflamme der Oefen oder durch aus einer gewissen Tiefe des Ofens abgeleitete brennbare Gase erhitzt werden. Die Wahl der einen oder andern Methode hängt hauptsächlich von Localverhältnissen ab. Am gebräuchlichsten in Deutschland sind die Wasseralfinger Apparate.

1) Modificirter Wasseralfinger Apparat zur Lerbacher Eisenhütte am Harze. (Taf. VII, Fig. 127 u. 128.) *A* Röhre, durch welche die vom Gebläse kommende kalte Luft in die Knieröhre *a* eintritt, sich hier theilt, durch 6 Röhren circulirt, sich in der Knieröhre *b* wieder vereinigt und durch *B* in den Ofen abgeleitet wird. *c* Canal, durch welchen die Gichtflamme in den Erhitzungsapparat tritt. *d* Esse mit einer Klappe *e* verschliessbar. *f* Schieber zur Regulirung des Zutritts der Gichtflamme. *g* Canäle zur Reinigung des Apparates und Stimmung der Temperatur durch Zulassen von kalter Luft.

2) Winderhitzungsapparat zur Ilsenburger Eisenhütte am Harze (Taf. VII, Fig. 129) *a* Gicht, mit einem Deckel *b* verschliessbar. *c* doppelt konische eiserne Röhre, zwischen deren Wänden die von oben durch *d* eintretende kalte Luft herabsteigt, dabei durch die die Aussenröhre umspielende Gichtflamme erhitzt und mittelst der Röhre *e* von der Gicht hinab in den Ofen geleitet wird. *f* Stopfbüchse. *g* Esse zum Abziehen der Gichtgase.

¹⁾ *Lamp.*, Fortschr. 65. Bgwfd. IX. 351. I, 185, 297.

²⁾ Wasseralf. Apparat. Ann. d. min. 3 sér. IV, 77; sonstige Lufterhitzungsapparate: v. Herder's Erläuterung der vorzüglichsten Apparate zur Erwärmung der Gebläseluft. Freiberg 1840. B. u. h. Ztg. 1842. p. 757, Bgwfd. XI, 37. Polyt. Centr. 1854. p. 593.

³⁾ *Dingl.*, LXI, 123; LXIV, 140. *Erdm.*, J. f. pr. Ch. VII, 105.

Das Messen der Temperatur des erhitzten Windes geschieht durch Quecksilberthermometer oder Pyrometer (pag. 79).

Das Erhitzen der Luft in derartigen Apparaten findet seine Grenze in der mangelhaften Dichtigkeit derselben, Grenze der
Lufterhitzung. so wie in der bei hoher Temperatur zunehmenden Porosität des Gusseisens. Gewöhnlich erhitzt man die Luft nicht über den Schmelzpunct des Bleies (322° C.), weil sonst eine unerwünschte zu hohe Temperatur im Schmelzraume entsteht.¹⁾ Da die heisse Gebläseluft wegen ihres verdünnteren Zustandes leichter und schneller in die Poren der Kohlen eindringt, als kalte Luft, so bedarf sie keiner so hohen Pressung, als letztere.

Erfahrungsmässig wird die in Oefen erzeugte Hitze am vollständigsten ausgenutzt, wenn der Wind die Kohlen in horizontaler Richtung schnell bestreicht. Bei zu geringer Pressung desselben geschieht dies nur unvollständig, ein Theil Luft steigt im Schmelzraume empor und bringt in den obern Schachträumen eine unnütze Verbrennung und Hitze hervor. Bei zu stark gepresstem Winde treten ähnliche Erscheinungen ein.

Eine stark erhitzte Gebläseluft ist, abgesehen von den durch sie verursachten Kosten, oft von nachtheiligem Einflusse auf das auszubringende Product und veranlasst eine baldige Erweiterung des Schmelzraumes. Durch eine geringere Menge stark gepressten Windes lässt sich in einem Schachtofen dieselbe Temperatur erzeugen, als durch eine grössere Menge schwächer gepressten Windes; in Betreff der Brennmaterialersparung ist jedoch das erstere Verhältniss vortheilhafter.

§. 79. Windberechnung.²⁾ Die Berechnung der Windmenge, welche ein Gebläse in einer bestimmten Zeit, Windberechn.

¹⁾ Bgwfd. IV, 329.

²⁾ Karsten, Bestimmung der Windmenge, welche die Gebläse liefern können etc. Karst., Arch. 1. R. IX, 451. Schulz, Berechnung der Geschwindigkeit und Quantität erhitzter Gebläseluft. ibid. IX, 587. Heine, Berechnung der Luftmengen. Bgwfd. V, 214. Hausmann, Stud. des Götting. Ver. IV, 1. Huëne, Tabellen zur

gewöhnlich in 1 Minute liefert, kann auf zweierlei Weise geschehen, und zwar

Aus dem Rauminhalte des Gebläses.

1) aus dem Rauminhalte des Gebläses und der Anzahl der in einer Minute stattfindenden Entleerungen desselben, wodurch man die Luftmenge findet, welche eingesogen wird. Dieselbe gelangt nicht wirklich in den Ofen, sondern durch Undichtigkeit der Gebläse, Windleitungen und Regulatoren, durch den schädlichen Raum etc. findet ein Windverlust statt, welcher bei den besten Cylindergebläsen 20—25%, bei Kasten-gebläsen 40—45% beträgt.

Die von einem Cylindergebläse in einer Minute eingesogene Luftmenge von atmosphärischer Dichtigkeit lässt sich nach der folgenden practischen Formel berechnen:

$$Q = \frac{g^2 \cdot \pi \cdot h}{4} \cdot \frac{60}{d} \cdot 4,$$

in welcher

Q das gesuchte Luftquantum in Cubicfussen.

g den Durchmesser des Kolbens in Fussen.

π die *Ludolph'sche* Zahl 3,1415.

h die Hubhöhe des Kolbens in Fussen und

d die Zeit zu einem Radumgange in Secunden bezeichnet.

Aus der Geschwindigkeit der ausström. Luft und dem Düsenquerschnitte.

2) dadurch, dass man die Geschwindigkeit des aus der Düse ausströmenden Windes in Fuss mit dem Querschnitte derselben in $\square F.$ multiplicirt.

Die Geschwindigkeit der ausströmenden Luft hängt von der Temperatur, der Pressung und dem Ausströmungswiderstande der Gebläseluft aus der Düse, sowie von der Temperatur, dem Barometerstande und der Feuchtigkeit der atmosphärischen Luft ab.

Bestimmung des gegenseitigen Verhältnisses der Düsenweite, Pressung und Quantität der Gebläseluft. B. u. h. Ztg. 1844. p. 745. Bgwfd. XI, 227. *Tunner's* Stabeisen- u. Stahlbereitung. §. 64. Bgwfd. XI, 227. *Migout* u. *Bergery*, theoret. pract. Anleitung zur Berechnung der gebräuchlichsten Maschinen. Deutsch von *Schnuse* und *Kornhardt*. 1845. *Schmidt*, Berechnung der aus der Düse strömenden Windmenge. Bgwfd. XVII. Nr. 18 u. 19.

Die Temperatur, der Feuchtigkeitsgehalt und der Barometerstand lässt sich an passenden Instrumenten beobachten, für den Ausströmungswiderstand der Gebläseluft aus einer konischen Düse ist durch Versuche von *d'Aubuisson*, *Koch* und *Buff* ein constanter Coëfficient ermittelt und die Spannung oder Pressung des Windes wird mittelst der Manometer¹⁾ oder Windmesser aus der Höhe ermittelt, bis zu welcher die gepresste Luft möglichst nahe vor der Düsenmündung eine Wasser- oder Quecksilbersäule in einer Glasröhre zu treiben vermag. Diese Höhe wird als eine Fallhöhe betrachtet, aus welcher man nach der bekannten Formel für den Fall der Körper die Geschwindigkeit berechnen kann, mit welcher das Quecksilber oder Wasser unten aus der Röhre ausfließen würde. Da nun im vorliegenden Falle der ausströmende Körper nicht Wasser oder Quecksilber, sondern comprimirt Luft ist, so muss für die Quecksilber- oder Wassersäule eine Luftsäule von gleicher Schwere, gleichem Querschnitte und der betreffenden Compression substituirt werden, um die Geschwindigkeit ihres Ausströmens zu erhalten.

Bei Berücksichtigung aller dieser Umstände lässt sich zur Berechnung der Menge ausgeblasener Gebläseluft folgende Formel²⁾ ableiten:

$$Q = 2481 (1 - 0,084 \sqrt{M}) D \cdot \sqrt{\frac{M(B + M)}{(1 + t \cdot 0,003665)w.}}$$

Es bezeichnet darin

Q die während einer Minute ausgeblasene Menge Gebläseluft in preussischen Cubikfussen in nicht comprimtem Zustande, auf 28 Zoll preussisch. Barometer- und 0° Hygrometerstand reducirt.

M den Stand des Quecksilbermanometers in preussischen Zollen.

¹⁾ Ueber verbesserte Manometer: v. *Nordenskjöld* in *Dingl.*, LXVIII, 437. *Aschauer*, *ibid.* LXXIX, 187. *Herburger*, *Bgwfd.* XI, 62, 737; III, 431. *Polyt. Centr.* 1853. p. 529.

²⁾ *Scheerer*, *Metallurgie.* I, 465.

B den in preuss. Zollen ausgedrückten Stand des Barometers.

D den Querschnitt der Düse in preuss. Quadratfussen.

t die Temperatur der Gebläseluft in Graden nach *Celsius*.

w den Ausdehnungscoefficienten in Bezug auf den Feuchtigkeitsgrad der Gebläseluft. Aus Tabellen¹⁾ ersieht man, wie sich das Volumen eines Gewichtstheiles trockner Luft zu dem eines Gewichtstheiles Luft verhält, welches den vom Hygrometer angegebenen Feuchtigkeitsgrad besitzt, und dies Volumenverhältniss, das Volumen der trocknen Luft = 1 gesetzt, ist = w . Dieser Coefficient kann für gewöhnlich ohne erheblichen Fehler wegbleiben.

Aus dieser Formel ergibt sich, dass unter sonst gleichen Umständen ein geringeres Quantum erhitzter Luft in den Ofen gelangt, als bei Anwendung eines Windes von gewöhnlicher Temperatur. Soll dieselbe Menge heisse Luft eingeblasen werden, so muss der Düsendurchmesser vergrößert werden, und zwar lässt sich aus der Formel leicht berechnen, um wie viel.

Manometer.

Die bereits erwähnten Manometer können verschieden eingerichtet sein; am gebräuchlichsten sind folgende beiden Arten:

1) Wassermanometer (Taf. VII, Fig. 130). a ein bis zur Hälfte mit Wasser angefüllter, luftdichter Kasten von Blech oder Holz, durch dessen Boden die Röhre b fast bis unter den Deckel reicht. c eine mit dem Kasten communicirende, etwa 3 Fuss lange Glasröhre, an deren Seite eine in Zoll und Linien eingetheilte Scala angebracht ist. Beim Gebrauche steckt man das untere konische Ende der Röhre b in eine entsprechende Oeffnung der Düse möglichst nahe vor deren Mündung, wobei das auf o stehende Wasser in der Glasröhre c in die Höhe gedrückt wird; es entspricht diese Höhe der dermaligen Pressung des Windes. Bei sehr starkem Drucke müsste

¹⁾ Hygrometrische Tabellen zur Anwendung bei Gebläsen u. Gradirwerken: *Karst.*, Metallurgie III, 273. Dessen Eisenhüttenkunde II. 586, und dessen Archiv XXI, 49.

man eine sehr lange Glasröhre anwenden, welche leicht zerbrechlich ist und ein nur unbequemes Beobachten möglich macht. In solchem Falle wendet man

2) ein Quecksilbermanometer (Taf. VII, Fig. 131) an. 2 Schenkel *a* und *b* einer 3schenkligen Glasröhre sind auf einem Brette befestigt und zu beiden Seiten befindet sich eine in Zoll und Linien eingetheilte Scala. Die beiden Schenkel sind etwa zur Hälfte mit Quecksilber gefüllt, dessen Niveau durch den Nullpunkt bezeichnet ist. Mittelst eines Korkes wird der dritte Schenkel *c* in die Windleitungsröhre gesteckt und der Luftdruck durch die Differenz des Niveaus der Quecksilbersäulen in beiden Schenkeln gemessen. Eine Scala von 3 Zoll unter und 3 Zoll über dem Nullpunkte genügt meistens. Bei stossweissem Ausströmen des Windes durch die Düse wird das Ablesen durch das stete Schwanken des Quecksilbers oder Wassers erschwert. Man findet alsdann den mittleren Stand nahe richtig, wenn man zu wiederholten Malen den höchsten und niedrigsten Stand beobachtet und daraus das Mittel nimmt. *Nordenskjöld*¹⁾ verengt die gebogene Röhre zwischen den Schenkeln, wodurch die Communication des Quecksilbers erschwert und kleinere Unregelmässigkeiten weniger bemerkbar werden.

Bei erhitzter Gebläseluft muss man wegen der Verdunstung des Quecksilbers die Beobachtungen rasch anstellen und den Windzutritt durch einen Hahn reguliren, oder den in der Windleitungsröhre stehenden Schenkel durch rinnendes Wasser abkühlen.²⁾

Am gewöhnlichsten werden Windpressungen von $\frac{1}{2}$ bis 3 Zoll Quecksilber angewandt. Dieselben betragen z. B. auf den Harzer Eisenhütten zu Steinrenne 7^{'''}, zu Altenau 10 $\frac{1}{2}$ ^{'''}, zu Lerbach 13 — 14^{'''}, zu Rothehütte 11—13^{'''}, zu Königshütte 36^{'''}; auf der Okerhütte bei der Bleiarbeit 10^{'''}, bei der Kupferarbeit 18^{'''}, beim Kupfergaarmachen 14^{'''}; bei den belgischen Hohöfen

¹⁾ *Dingl.*, LXVIII, 437.

²⁾ *Karst.*, Eisenh. 3. Aufl, Taf. IX, Fig. 17—20.

7—8,5", bei den oberschlesischen Hohöfen bis 6,5", bei einigen englischen Cokes- und Anthracithohöfen 5—7", bei mehreren russischen Hohöfen 2,5 — 3,5". *Le Blanc* und *Walter* geben folgende Regeln in Betreff der Windpressung bei Eishohöfen nach dem Quecksilbermanometer in Zollen an:

Für weiche Kohlen von Pappeln etc. . . .	$\frac{2}{3}$ —1"
" Kohlen von Tannen u. Fichten . . .	1—1 $\frac{1}{2}$ "
" " " hartem Holze	1 $\frac{1}{2}$ —2 $\frac{1}{2}$ "
" leichte Cokes	3—5"
" dichte "	5—7 $\frac{1}{2}$ "

Eine bei manometrischen Beobachtungen in Fussen gefundene Wassersäule *W* lässt sich auf eine Quecksilbersäule in Zollen = *Q* reduciren nach der Formel

$$Q = \frac{W \cdot 12}{13,596} = 0,882 W.$$

Ist die Windpressung in Gewichtstheilen, z. B. in preussischen Pfunden *P* für 1 Quadratzoll angegeben, so lässt sie sich auf eine Quecksilbersäule in preussischen Zollen *Z* zurückführen nach der Formel:

$$P = 13,596 \cdot \frac{11}{9} \cdot \frac{1}{32} \cdot Z = 0,5193 \cdot Z.$$

$$Z = \frac{P}{0,5193}.$$

Ausser durch das Manometer lässt sich die Geschwindigkeit der aus der Düse ausströmenden kalten Gebläseluft nach dem mathematischen Satze ermitteln, dass sich die Quadratfläche des Kolbens zu der der Düsenmündung umgekehrt verhält, wie die Geschwindigkeit des Kolbens zu der der ausströmenden Luft.

Zweite Abtheilung.

Apparate zu chemisch-metallurgischen Prozessen auf nassem Wege.

Apparate.

§. 80. Allgemeines. Die hierher gehörigen Gefässe sind denjenigen mehr oder weniger ähnlich, welche in chemischen Laboratorien zur Anwendung kommen, als:

Solutions- und Präcipitationsgefässe, Filtrirapparate, Retorten, Trichter etc., nur pflegen sie geräumiger und meistens aus einem weniger kostspieligen Materiale (Holz, Blei, Eisen etc.) hergestellt zu sein.

§. 81. Auflösungs- und Fällungsgefässe. Als Beispiele mögen dienen:

1) Der Goldscheidungsapparat zu Oker am Unterharze (Taf. V, Fig. 104). *a* Eiserner Kessel über der Feuerung *b*. *c* Porzellangefäss zur Aufnahme von güldischem Silber und Schwefelsäure, welches in einem eisernen Gerüste *d* in den Kessel *a* eingehängt wird. *e* Porzellandeckel, welcher auf *c* unter Wasserverschluss steht, mit 2 Oeffnungen, die eine *f* die Arbeitsöffnung und die andere *g* zur Aufnahme eines Porzellanrohres *h* unter Wasserverschluss, durch welches, sowie durch das damit in Verbindung gesetzte Bleirohr *i* die beim Lösen erzeugte schweflige Säure ins Freie entweicht. Goldscheidungsapparat.

Zum Ausfällen des aufgelösten Silbers dient eine bleierne Pfanne, in welche unter Erhitzen ihres Inhalts Kupferbleche eingehängt werden. Das Filtriren und Ausüssen des Fällsilbers zur Befreiung desselben von der Kupferlauge geschieht in doppelten Sieben von Kupfer, zwischen welche Leinwand und Filtrirpapier gelegt ist. Das ausgesüsste Silber wird noch gepresst, getrocknet und geschmolzen.

2) *Augustin's Silberextractionsapparat* (Taf. VI, Fig. 107 und 108). *a* Laugfässer, mit einem hölzernen Kreuze auf dem Boden, darüber eine hölzerne durchlöcherte und ziemlich genau in den Bottich eingepasste Scheibe, darüber ein mit Leinwand überzogenes rundes Korbgeflecht und ein rings darum gelegter, einen vollkommenen Abschluss bewirkender Wergzopf, oder auch auf der hölzernen Scheibe gleichförmig ausgebreitetes Birkenreissig oder Stroh und ein mittelst eines scharf anschliessenden und noch mit Werg verstopften Birkenreifens angespannter Leinwandboden. Diese Gefässe stehen auf einer Laugbühne *b* auf Rädern auf einer kurzen Eisenbahn und werden, wenn sie zum Einsetzen oder *Augustin's Extractionsapparat.*

Ausschlagen transportirt werden sollen, mittelst des Wagens *d* auf der Eisenbahn *c* fortbewegt. Ueber den mit Extractionsgut gefüllten Fässern *a* liegt das Lauggerinne *e*, welches aus dem mit gesättigter Kochsalzlösung gefüllten Bassin *f* gespeist wird. Dieses erhält seinen Zufluss aus dem Reservoir *x* und die in ersterem enthaltene Lauge wird durch Dampf gekocht. Letztere gelangt aus der Rinne *e* heiss in die heisseingesetzten Lauggefässe *a* und fliesst, nachdem sie das im Röstgute enthaltene Silber aufgenommen hat, durch Hähne zunächst in das Silbergerinne *g* und von hier in das Vertheilungsbassin *h*. Dieses liegt auf der obersten Etage des terrassenförmig abfallenden Fällsystems und entlässt die Lauge in die 4 Silberfällgefässe *i*, in welchen das Silber durch Cementkupfer niedergeschlagen wird. Das Kupfer befindet sich auf einer Seihevorrichtung von derselben Einrichtung, wie sie die Lauggefässe haben. Die aus *i* austretende Lauge gelangt durch das Sammelgerinne *k* auf 3 andere Silberfällgefässe *l*, aus diesen in die mit Eisen versehenen Kupferfällgefässe *m* und *n* und sammelt sich endlich in dem grossen Kupferfällgefässe *o* an, von wo sie in das Bassin *p* gepumpt wird.

Nach dem Auslaugen werden die Fässer *a* auf dem Wagen *d* vor die Eisenbahn *z* gefahren und mit verschiedenen Flüssigkeiten ausgelaugt. Es befindet sich in dem Bassin *s* reines Wasser, in *r* Lauge vom Aufgusse des reinen Wassers und in *q* Lauge, welche beim Aussüssen mit der Lauge *r* erfolgt. Das Fass *a* wird zunächst mit Lauge aus *q* ausgesüsst und die dabei resultirende Lauge in das Silbergerinne *g* geleitet. Dann fährt man die einmal ausgesüsstten Rückstände unter *r* und sammelt die erfolgende Lauge in einem Bassin *t*, von wo sie in *q* gepumpt wird. Das dritte Aussüssen geschieht mit reinem Wasser aus *s*, die hierbei resultirende Lauge wird im Kasten *u* gesammelt und dann in *r* gepumpt. Das mit den entsalzten Rückständen versehene Fass wird in den Sturzbock *v* geschoben und umgekippt, wobei die Rückstände durch die Oeffnung *tz* auf eine Tafel *w* fallen. Von dieser läuft die Flüssigkeit noch in ein Kupferfäll-

gefäss. *y* ist ein Raum zum Aussüssen und Auswaschen des Fällsilbers.

§. 82. Amalgamirapparate. Beispielsweise mögen hier folgende Apparate aufgeführt werden:

1) Goldamalgamirmühle (Taf. V, Fig. 105). *a* Guss-eiserner Mühlbottich, auf dem Mühlstuhle *b* ruhend. *c* Hölzerner Läufer mit der verticalen Stange *d* und der Querstange *e* an der Axe *f* befestigt, welche durch das Rad *g* in Umdrehung versetzt werden kann. Der durch einen Wasserstrom aufgeschwemmte goldhaltige Sand etc. tritt durch das Gerinne *h* und die trichterförmige Oeffnung *i* des Läufers zwischen letzteren und die Wandungen des Mühlbottichs, auf dessen Boden sich eine Schicht Quecksilber befindet. Durch eiserne Kämme *k* am Läufer wird beim Umlaufen desselben der Goldsand mit dem Quecksilber in rotirende Bewegung versetzt. Die theilweise entgoldete Trübe gelangt durch das Gerinne *l* auf eine folgende Mühle.

Goldamal-
gamirmühle.

2) Freiburger Amalgamirapparat (Taf. V, Fig. 106). *a* Amalgamirfass mit einem Hauptspunde und einem gezahnten Reife *b* versehen, in welchen ein auf der Wasserradwelle befestigtes Kammrad *d* eingreift und das Fass in rotirende Bewegung versetzt. *e* Vorrathskasten für das Amalgamirgut. *f* Lutte, an ihrem unteren Ende mit einem beweglichen Zwillichsacke *g* mit blechernem Mundstücke versehen, welches in das Spundloch passt. *h* Wasserkasten, aus welchem mittelst eines Gerinnes *i* Wasser in das Fass gelassen werden kann. *k* Röhrenleitung, zum Quecksilberreservoir führend, aus welcher das Quecksilber mittelst einer gebogenen Röhre ins Fass geleitet wird. *l* Rinne, durch welche das mittelst einer angewandten Hahnvorrichtung aus dem Spunde des geneigten Fasses abgelassene Silberamalgam in die Hauptrinne *m* und von da in die Amalgamkammer gelangt. *n* Rinne, durch welche die beim Oeffnen des Hauptspundes ausfliessenden Rückstände in einen Waschbottich von der Gestalt eines umgekehrten abgestumpften Kegels gelangen. In diesem Bottiche werden die Rückstände mit Wasser verdünnt

Silberamal-
gamirapparat.

und durch einen Rechen in kreisende Bewegung versetzt, wobei sich das Amalgam zu Boden begibt. Damit die Rückstände beim Ablassen aus dem Fasse nicht in den Anquicksaal spritzen, schiebt man einen Vorsetzer o ein.

Dritte Abtheilung.

Apparate zu den mechanisch-metallurgischen Prozessen.

Apparate.

§. 83. Allgemeines. Die hierher gehörigen Apparate¹⁾ lassen sich rücksichtlich des Zwecks ihrer Anwendung eintheilen in

1) Zerkleinerungsapparate, als Pochwerke, Quetschwalzwerke, Mühlen, Kugeltonnen, Hammerwerke, Scheeren etc.

2) Streckapparate, als Walzwerke, Hammerwerke (Stirn-, Aufwerf-, Schwanz-, Dampfhämmer²⁾), Zängemaschinen, Leierwerke etc.

3) Trennungsapparate, als Siebvorrichtungen (Rätter, Trommeln, Cylinder), Schlämmvorrichtungen etc.

4) Mengapparate, als Knetwerke (Stampfwerke), Kugeltonnen etc.

5) Förderapparate, als Gichtaufzüge, Krahne etc.

6) Arbeitsgezäh von der verschiedensten Art.

¹⁾ Neuer Schauplatz d. Bgwkd. Bd. XV, 2. Abthl. Hüttenbau und Hüttenmaschinen. *Scheerer*, Metall. I, 126. *Karsten's* Metallurgie und Eisenhüttenkunde.

²⁾ Dampfhämmer von *Nasmyth*. B. u. h. Ztg. 1846. p. 1. *Dingl.*, CXVIII, 283. Bgwfd. VI, 265, 415; XI, 338, 647; X, 205, 397; von *Dorning*: Bgwfd. VI, 343; IX, 395; von *Wurm*: B. u. h. Ztg. 1846. p. 496; von *Cavé*: B. u. h. Ztg. 1849. p. 161; von *Giraud-Millioz*: B. u. h. Ztg. 1852. p. 452. *Polyt. Centr.* 1853. p. 200.

V. Abschnitt.

Von den Hüttenproducten.

§. 84. Allgemeines. Hüttenproducte nennt man die Erzeugnisse der Hüttenprozesse. Man bezeichnet sie näher entweder nach dem Prozesse, wobei sie erfolgen (Röst-, Schmelzproducte etc., Blei-, Kupferhüttenproducte etc.), oder nach Maassgabe ihrer Zusammensetzung und besonders ihres Gehaltes an nutzbarem Metalle und ihrer weiteren Verwendung (Educte, Fabrikate, Zwischenproducte und Abfälle). Begriff. Classification.

Von besonderem Interesse für den Metallurgen sowohl, als auch für den Mineralogen und Geognosten sind die krystallisirten Hüttenproducte, indem dieselben wegen ihrer constanten Zusammensetzung oft die wichtigsten Aufschlüsse über den Hüttenprozess, sowie auch zuweilen Kenntniss von dem Vorhandensein von Substanzen geben, welche in der Beschickung nicht nachgewiesen werden können (Titan). Besonders wichtig sind dieselben aber für die Mineralogie und Geognosie, indem sie über die Entstehungsweise der Mineralien Licht gewähren, und die Vorgänge bei ihrer Bildung zur Deutung mancher geognostischen Probleme dienen können.¹⁾ Krystallisirte Hüttenproducte.

¹⁾ *Leonhardt*, Hüttenerzeugnisse als Stützpunkte geolog. Hypothesen. Stuttgart 1852. *Hausmann*, über die Benutzung metallurgischer Erfahrungen bei geolog. Forschungen. Göttingen 1836. *Hausmann*, in den Stud. d. Götting. Ver. VI, 410 (1850).

Die Bezeichnung der Krystallgestalten nach den verschiedenen Autoren geschieht, bei Zugrundelegung des *Naumann'schen* Systemes, folgendermassen:

A. Trimetrische (3axige) Gestalten.

I. Orthometrische Gestalten, die Axen stehen unter rechten Winkeln auf einander.

1) Alle drei Axen sind einander gleich.

<i>Naumann</i>	<i>Weiss</i>	<i>Mohs</i>	<i>Breithaupt</i>	<i>Hausmann</i>
Tesseral.	Regulair.	Tessular.	Tessular.	Isometrisch.
System.	System.	Syst.	Syst.	Syst.

2) Zwei Axen sind gleich, die dritte grösser oder kleiner.				
Monodimetr.	4gliedriges	Pyramidal.	Tetragonal.	Monodimetr.
od. tetrago-	oder 2 u.	Syst.	Syst.	Syst.
nal. Syst.	1axig. Syst.			

Hauptbedingung bei der Bildung krystallisirter Hüttenproducte¹⁾ ist ein langsames Erkalten in geschützten Räumen, und kann dieselbe stattfinden

1) durch blosses langsames Erkalten im richtigen Verhältnisse zusammengeschmolzener Massen.

2) durch Sublimation aus Dämpfen derselben oder

3) durch Berührung eines starren Bestandtheiles mit einem dampfförmigen.

Im Allgemeinen scheint die Krystallisationstendenz bei zusammengesetzteren Mischungen nach festen Verhältnissen grösser zu sein, als bei einfachen, und mit der Grösse des specifischen Gewichts, im Ganzen genommen, im umgekehrten Verhältnisse zu stehen.

3) Alle drei Axen sind ungleich.

<i>Naumann</i>	<i>Weiss</i>	<i>Mohs</i>	<i>Breithaupt</i>	<i>Hausmann</i>
Anisometr.	2 u. 2 gliedri-	Orthotyp.	Holoedrisch.	Trimetrisch.
oder rhomb.	ges od. 1 u.	Syst.	oder rhomb.	Syst.
Syst.	1 axiges Syst.		Syst.	

II. Klinometrische Gestalten, die Axen schneiden sich nicht unter rechten Winkeln und sind ungleich.

4) Zwei Axen schneiden sich unter schiefen Winkeln.

Monoklino-	2 u. 1gliedr.	Hemiortho-	Hemiedrisch.	Trimetr.
metr. Syst.	Syst.	typ. Syst.	Syst.	Syst.

5) Alle drei Axen schneiden sich unter schiefen Winkeln.

Triklinometr.	1 u. 1gliedr.	Anorthotyp.	Tetartoedr.	Trimetr.
Syst.	Syst.	Syst.	Syst.	Syst.

6) Alle drei Axen schneiden sich unter schiefen Winkeln, die Durchschnittsebene der dritten Axe fällt zwischen die der beiden andern Axen.

(*Mitscherlich's* System).

Hemianortho-	Diklinometr.
typ. Syst.	Syst.

B. Tetrametrische (4axige) Gestalten.

Drei gleich lange Axen schneiden sich in einer Ebene unter gleichen Winkeln, die vierte Axe steht auf ihnen senkrecht.

Monotrimetr.	3 u. 1axiges	Rhomboedr.	Hexagonal.	Monotrimetr.
oder hexago-	Syst.	Syst.	Syst.	Syst.
nal. Syst.				

¹⁾ *Bronn*, Geschichte der Natur. I, 169.

Zur Kenntniss der Hüttenproducte im Allgemeinen, sowie hauptsächlich der krystallirten Hüttenproducte haben besonders beigetragen die Arbeiten von *Berthier*¹⁾, *Bredberg*,²⁾ *Hausmann*,³⁾ *Karsten*,⁴⁾ *Koch*,⁵⁾ *Lampadius*,⁶⁾ *Leonhardt*,⁷⁾ *Mitscherlich*,⁸⁾ *Plattner*,⁹⁾ *Rammelsberg*,¹⁰⁾ *Sefström*¹¹⁾ und *Winkler*.¹²⁾

Zu den Mitteln, welche für die Vervollkommnung der theoretischen Metallurgie und zur Begründung einer wissenschaftlichen Lehre von diesem Zweige viel beitragen, gehört vor allen Dingen das Sammeln von zahlreichen Reihen der bei jedem als vortheilhaft anerkannten Hüttenprozesse angewandten Materialien und der davon erfolgenden Pro-

Nutzen von
Hüttenpro-
ducten-Samm-
lungen.

¹⁾ *Berthier*, Handb. d. metall.-analyt. Chem., deutsch von *Kersten*. Leipzig 1835. *Karst.*, Arch. 1. R. VII, 323, 356; X, 286; XIV, 452. *Erdm.*, Journ. f. pr. Ch. IV, 457; V, 273; VI, 106.

²⁾ *Karsten*, Arch. 1. R. VII, 248. *Pogg.*, XVII, 268. *Erdm.*, Journ. f. ök. Ch. XII, 287.

³⁾ *Hausmann*, specimen crystallographiae metallurgicae. Göttingen 1819. Dessen Beiträge zur metallurgischen Krystallkunde. Göttingen 1850. Dessen neue Beiträge etc. 1852. *Karst.*, Arch. 2. R. XVII, 784. *Leonh.*, Jahrb. 1837. p. 583. Norddeutsche Beitr. 1810. Stück 4, p. 86. Nachrichten von der Georg. August. Universität etc. zu Göttingen. Nr. 12 de 1852 etc. Stud. d. Götting. Ver. VI, 323. 1854.

⁴⁾ *Karsten*, Metallurgie und Eisenhüttenkunde.

⁵⁾ *Koch*, Beiträge zur Kenntniss krystallinischer Hüttenproducte. Göttingen 1822.

⁶⁾ *Lampadius*, Handb. d. allgem. Hüttenkde., nebst 3 Suppl. *Erdm.*, Journ. f. ök. Ch. XIV, 259; XV, 22; XVI, 146. *Karst.*, Arch. 2. R. XV, 382.

⁷⁾ Dessen Jahrb. f. Mineralogie, Geognosie etc.

⁸⁾ *Karsten's* Arch. 1. R. VII, 234. Abhandlungen der Berl. Acad. d. Wissenschaften. 1822—1823, physik. Classe, p. 25—41. *Berzelius*, Jahresber. IV, 249.

⁹⁾ *Plattner*, die Probirkunst mit dem Löthrohre. 1853. Ders. über Bestimmung der Schmelzpunkte mehrerer Hüttenproducte etc. und der Hitzgrade, bei denen sich verschiedene Silicate bilden. Eine Beilage zu *Merbach*, Anwendung der erhitzten Gebläseluft im Gebiete der Metallurgie. 1840. etc.

¹⁰⁾ *Rammelsberg*, Lehrb. d. chem. Metallurgie. 1850. Bgwfd. XII, 545. *Pogg.*, LXXIV, 95.

¹¹⁾ *Erdm.*, Journ. f. ök. Chem. X, 146; XV, 149.

¹²⁾ *Winkler*, Erfahrungssätze über die Bildung der Schlacken. Freiberg 1827.

ducte.¹⁾ Eine der vollkommensten und instructivsten Sammlungen der Art ist von *Le Play* in der Pariser Bergwerksschule aufgestellt.²⁾

Die chemischen Untersuchungen von Hüttenproducten sind meist nur dann von wirklichem Werthe, wenn sie sich bei der grossen Verschiedenheit derselben auf grössere Reihen erstrecken; die Untersuchung einzelner Proben führt fast stets zu falschen Schlüssen.

Erstes Kapitel.

Von den Educten.

Begriff.

§. 85. Allgemeines. Man versteht unter Educten die durch den Hüttenprozess ausgebrachten einfachen Stoffe (Metalle und Nichtmetalle), welche in den zu verarbeitenden Erzen praeexistiren und deren Darstellung für industrielle Zwecke der vorgenommene Hüttenprozess zur Absicht hat. Den relativen Grad ihrer Reinheit bezeichnet man mit fein (bei edlen Metallen) oder mit gaar, halbgaar und roh (bei den unedlen Metallen). Auch drückt man mit raffinirt gewöhnlich einen hohen Grad von Reinheit aus.

Krystallisation.

Im Ganzen erzeugen sich bei der Ausscheidung der Metalle nur selten Krystalle, die Mannigfaltigkeit ihrer Formen ist beschränkt, und häufiger kommen sie in krystallinischen Gebilden als in Krystallen vor, welche dann nie eine bedeutende Grösse erreichen. Nur wenige Metalle haben ein ausgezeichnet blättriges Gefüge.

§. 86. Metalle und Metalloide. Dieselben erfolgen bei Hüttenprozessen von nachstehender Beschaffenheit:

Antimon.

1) Antimon, weniger auf Hüttenwerken, als in Fabriken aus Schwefelantimon dargestellt, kommt im käuflichen Zustande mit As, Fe, Pb, Cu und S verunreinigt in Ge-

¹⁾ Jahrb. f. d. sächs. B. u. Hüttenm. 1829. p. 180.

²⁾ Bgwfd. XVII, 44.

stalt von flachen, halbrunden Kuchen vor, deren krystallinische Oberfläche einen Stern zeigt. Krystallisirt rhomboedrisch.

2) Arsen, erzeugt sich in zwei isomerischen Zuständen. Arsen.
Wenn dasselbe in Gasform mit andern erhitzten Gasen sich auf die Theile des Sublimationsapparates absetzt, welche nicht sehr stark erhitzt wurden, so ist es dunkelgrau, krystallinisch und zerfällt an der Luft durch rasche Oxydation zu einem schwarzen Suboxyde. Wenn man dagegen Arsenik stark erhitzt, so dass sich dasselbe in einer Vorlage — welche nahe dieselbe Temperatur hat, bei welcher das Arsenik Gasform annimmt — aus einer Atmosphäre von Arsenikgas absetzt, so ist dasselbe fast weiss, stark metallisch glänzend, hat ein grösseres specif. Gewicht, als das vorhergehende und ist, selbst noch über 100° C., an der Luft unveränderlich. Letztere Modification ist unter dem Namen Fliegenstein, Scherbenkobalt, Handelswaare; erstere wird auf den Hüttenwerken meist wieder consumirt (z. B. zur Darstellung von Realgar). Der Fliegenstein enthält zuweilen 8—10% Schwefelarsenik beigemengt. Das Arsenik krystallirt rhomboedrisch.

	As	Äs	Äs
1.	95,03	2,15	1,90.

1) Fliegenstein vom Arsenikwerke Beyerfeld in Sachsen, nach *Lampadius*.

3) Blei als Frischblei und Krätzblei mit geringen Blei.
Mengen von Cu, Sb, As, Zn, Fe und Ag. An der Oberfläche von Barren oder Platten kommen zuweilen, namentlich beim Krätzblei, octaedrische Krystalle vor, welche gewöhnlich nicht rein ausgebildet sind, sondern mit rauhen, concaven Flächen und mehr und weniger mit einer Anlage zur gestrickten Bildung sich zeigen. Auch beim Abtreiben von Werkblei bilden sich auf dem Treibheerde kleine octaedrische Krystalle von metallischem Blei mit Mennige überzogen. ¹⁾

¹⁾ B. u. h. Ztg. 1854. p. 112.

a. Analysen von Frischblei.

N ^o	Pb	Cu	Ag	Sb	As	Fe	Zn
1.	97,72—99,79	0,13—2,07	0,0032—0,0098	0,03—0,36	—	—	—
2.	99,43	0,02	0,0068	Spr.	—	—	—
3.	97,69—98,51	0,06—0,14	—	1,00—1,34	0,36—0,88	—	—
4.	99,84	0,13	0,0038	0,03	—	—	—
5.	99,75	0,20	0,0060	0,05	—	—	—
6.	99,72	0,11	0,01	0,01	—	—	—
7.	98,63	1,64	—	—	—	—	—
8.	—	1,0	0,9	0,4	2,2	0,4	1,5
9.	—	1,1	0,6	0,4	1,1	0,4	1,4
10.	—	1,5	0,6	1,5	3,1	0,4	1,5

1) Oberharzer Schlieg- und Steinblei, nach älteren Analysen von *Jordan*. 2) Rastofenblei von Clausthaler Hütte, nach *Brüel*. 3) Oberharzer Frischblei, nach *Streng*. 4) Spanisches Blei von *Blakkes et Comp.* 5) Englisches Blei, v. *Rein et Comp.* 6) Freiburger gesaigertes Blei, n. *Kersten*. 7) Holzappler Blei, n. *Bischoff*. 8—10) Freiburger Blei, resp. aus Erzen, Bleistein und Schlacken.

b. Analysen von Krätzblei.

N ^o	Pb	Cu	Ag	Fe	Sb
1.	98,24	0,22	0,007	—	1,54
2.	98,37	0,25	0,004	—	1,38
3.	98,498	0,313	0,00024	0,970	1,192
4.	98,30	7,16	—	0,10	1,20
5.	97,78	0,17	—	0,23	1,00

1) Krätzblei von Clausthaler Hütte, nach *Jordan*. 2) Desgl. von Altenauer Hütte. 3) Frischschlackenblei von Altenauer Hütte, nach *Kerl*. 4) Krätzblei v. Clausth. H., nach *Streng*. 5) Desgl. von Lautenth. H., nach *Dems*.

Cadmium.

4) Cadmium, kommt gewöhnlich in 4 — 6 Loth schweren Stäben in den Handel.

Eisen.

5) Eisen, und zwar Stab-, Schmiede-, Frisch- oder geschmeidiges Eisen, Eisen mit geringen Mengen C, zuweilen P, S, Si etc.; ein Agregat von Fasern, welche nach *Fuchs*¹⁾ durch Aneinanderreihung von höchst kleinen Krystallen (Würfeln) gebildet sind, wie beim fasrigen Steinsalze. Durch starke Erschütterungen, Stösse etc. wird der Zusammenhang zwischen den feinsten Theilchen aufgehoben und die fasrige Textur geht in die körnige über.²⁾

¹⁾ *Dingler*, CXXIV, 348

²⁾ Bgwfd. V, 506. B. u. h. Ztg. 1842. p. 941; 1843, p. 874, 905; 1845, p. 1097; 1849, p. 86. *Dingler*, CX, 155; CXXI, 120; CXXI, 10.

Stabeisen in den weichen, schweissbaren Zustand versetzt, ist amorph. Zuweilen kommt das Eisen in deutlichen Krystallen vor.¹⁾

Analysen von Stabeisen.

N ^o	C chem.	C geb. ungeb.	Si	S	P	Mn	Cu	Al	Ni	Co
1.	0,380	0,020	0,014	—	—	0,303	0,320	—	—	—
2.	0,354	Spr.	0,024	—	—	0,240	0,446	—	—	—
3.	0,238	0,080	0,024	—	—	0,384	0,240	—	—	—
4.	0,237	0,260	Spr.	—	—	0,294	0,112	—	—	—
5.	0,104	0,220	0,067	—	—	0,317	0,048	—	—	—
6.	0,660	Spr.	Spr.	—	—	0,288	0,048	—	—	—
7.	0,398	—	0,015	—	—	—	—	0,003	—	—
8.	0,26	—	0,03	—	—	0,05	—	—	—	—
9.	0,293	—	Spr.	—	0,077	—	—	—	—	—
10.	0,24	—	0,025	—	Spr.	Spr.	—	—	—	—
11.	0,3874	—	—	—	—	—	—	—	—	—
12.	—	—	0,09	—	—	1,868	—	—	—	—
13.	—	—	0,085	—	0,417	Spr.	—	—	—	—
14.	0,159	—	Spr.	—	0,412	—	—	—	—	—
15.	0,193	—	0,412	—	0,21	Spr.	—	—	—	—
16.	0,162	—	Spr.	—	0,177	Spr.	—	—	—	—
17.	0,144	—	0,07	—	0,51	Spr.	—	—	—	—
18.	0,073	—	—	0,006	—	—	—	—	—	—
19.	0,092	—	0,0258	0,00675	—	—	—	—	—	—
20.	0,0876	—	0,0769	0,00715	—	—	—	—	—	—
21.	0,0265	—	Spr.	0,00244	—	—	—	—	—	—
22.	0,0223	—	0,0178	0,0006	—	—	—	—	—	—
23.	0,01—0,1569	—	Spr.	Spr.	—	—	—	—	—	—
24.	0,0169	—	0,1298	Spr.	—	—	—	—	—	—
25.	0,245	—	0,232	0,016	0,011	—	—	—	—	—
26.	0,275	—	0,288	Spr.	0,337	—	0,041	—	—	—
27.	0,434	0,446	0,409	—	—	—	—	—	—	—
28.	0,19	—	—	—	—	—	—	—	1,53	0,63
29.	0,066	—	Spr.	Spr.	Spr.	0,231	Fe = 99,685	—	—	—

1) Stabeisen von Mägdesprung, nach *Bromeis*. 2) Desgl., weicheres, dichtes. 3) Desgl., dichtes. 4) Desgl., härteres. 5) Desgl., sehr gutes weiches und dichtes. 6) Desgl., härteres und dichtes. 7) Eisen von Uslar, nach *Lampadius*. 8) Bestes Danemoraeeisen, nach *Thompson*. 9) Schwed. Eisen, nach *Gay Lussac* und *Wilson*. 10) Desgl. 11) Desgl., sehr hart, beste Sorte, nach *Karsten*. 12) Puddeleisen von Low Moor. 13) Gewöhnliches Stabeisen von Wales. 14) Stabeisen von Creusot. 15) St. aus der Champagne. 16) St.

¹⁾ B. u. h. Ztg. 1853. p. 240.

aus Berri. 17) Kaltbrüchiges St. aus dem Moseldepart. 18) Gewöhnliches Siegensches St., nach *Karsten*. 19) St. von Rybnik in Oberschlesien, nach *Karsten*. 22) Desgl., beste Sorte. 23) St. von Malapane in Oberschlesien, nach *Karsten*. 24) Desgl. 25) St. von Lancashire, rothbrüchig, nach *Miller*. 26) Desgl., kaltbrüchig. 27) Adoucirtes Roheisen, ebendaher. 28) St. von Königsbrunn, nach *Rubach*, kalt- und warmbrüchig, völlig frei von Cu, As, P, S und Si. 29) St. aus Eisenerzer grossluckigem Roheisen am Schwallboden gefrischt nach *Widtermann*.

Gold.

6) Gold, als Wasch-, Berg- oder Mühlgold, mit mehr oder weniger Ag (1—40%) und geringen Mengen Fe, Cu, Pb, Pt etc. Nach *Boussingault*¹⁾ enthält südamerikanisches Gold 11—35% Ag; nach *Rose*²⁾ Gold aus Sibirien und Siebenbürgen 4—38% Ag und 0,1—0,4% Cu und Fe; nach *Henry*, *Teschmacher*, *Oswald*, *Hoffmann* und *Rivot* californisches Gold³⁾ 6—10% Ag; nach *Thomas*⁴⁾ und mir⁵⁾ südaustralisches Gold 3,5—6,9% Ag.

Das beim Abtreiben von güldischem Werkblei erhaltene Brandgold enthält gewöhnlich geringe Mengen Pb, Cu etc., das auf nassem Wege dargestellte Scheidegold ist fast rein.

Kupfer.

7) Kupfer, als raffinirtes, hammergaares, rohgaares (Rosettenkupfer), Cementkupfer, Krätz- und Glimmerkupfer; Kupfer mit geringen Mengen Pb, Fe, Ag, Ni, Co, Zn, Mo, Sb, As, C. Zuweilen finden sich an Gaarkupferscheiben octaedrische Krystalle vollständig ausgebildet, meist aber nur mit concaven und rauhen Flächen, oft mehr oder weniger sich zum Gestrickten hinneigend. *Genth*⁶⁾ beobachtete auf Gaarkupfer von der Isabellenhütte bei Dillenburg rubinrothe octaedrische Krystalle von reinem Nickeloxyde. In den Höhlungen des Kupfersteins findet sich nicht selten haarförmiges oder gestricktes

¹⁾ Ann. de Chym. et de Phys. XXXIV, 408. *Lampad.*, Fortschr. 1839. p. 99.

²⁾ *Pogg.*, XXIII, 161, 196.

³⁾ *Liebig*, Jahresber. 1849. p. 716.

⁴⁾ *Liebig*, Jahresber. 1851. p. 754.

⁵⁾ B. u. h. Ztg. 1853. p. 38.

⁶⁾ *Berzel.*, Jahresber. 1845, p. 170.

Kupfer¹⁾, welches sich im Stechheerde bei Berührung des Schwefeleisen enthaltenden Steines mit kupferoxydulhaltiger Schlacke erzeugt.

Nach *Le Play*²⁾ lässt sich die Bildung dieses Products dadurch willkürlich hervorrufen, dass man einen schwefeleisenreichen Stein mit Kupferoxydulsilicat zusammenbringt, und, um die Abkühlung möglichst zu verlangsamen, Kohlenpulver und Sand aufstreut.

Das Cementkupfer erscheint in schwammiger, kristallinischer, haar- und fadenförmiger Gestalt und in Blechform.³⁾

Das Glimmerkupfer, welches sich hauptsächlich beim Gaarmachen antimon- und nickelhaltiger Schwarzkupfer (z. B. der Saiger- und Verblasenschlackenkupfer) erzeugt, ist ein von sogenanntem Kupferglimmer, (Cu, Ni)¹² Sb nach *Rammelsberg*, durchzogenes Gaarkupfer. Dieser Kupferglimmer adhärirt stark am Kupfer und zeigt sich besonders auf der Oberfläche der Kupferscheiben in goldgelben bis kupferrothen, stark glänzenden und durchscheinenden 6eckigen Blättchen bis zu 1 Linie Grösse, welche namentlich bei gewöhnlicher Temperatur die Festigkeit des Kupfers vermindern und beim Behandeln desselben mit kalter Salpetersäure zurückbleiben. In concentrirter Salzsäure sind diese Blättchen beim anhaltenden Kochen löslich, werden aber am leichtesten, nach vorheriger Behandlung mit Wasserstoffgas, in Königswasser zur Lösung gebracht. *Hausmann* und *Benecke*⁴⁾ haben diesen Körper, welcher sich besonders auf den Harzer Hütten erzeugt, zuerst beschrieben, und ist derselbe zuerst von *Stromeyer*, später von *Pfannkuch*⁵⁾, *Borchers*⁶⁾ und *Rammelsberg*⁷⁾ analysirt. *Sandberger* bezeichnet den im

¹⁾ Jahrb. d. nassauischen Ver. f. Naturkde. 1851. p. 13.

²⁾ *Le Play*, Beschr. d. Waleser Kupferschmelzproz., deutsch von *Hartmann*. p. 134.

³⁾ *Schweigg. Journ.* XLIV, 89.

⁴⁾ *Schweigg. Journ.* XIX, 249.

⁵⁾ Stud. d. Götting. Ver. IV, 376.

⁶⁾ *Pogg.*, XLI, 333, 335.

⁷⁾ *Pogg.*, LXXIX, 465.

Dillenburg und Weyerer Gaarkupfer vorkommenden
Kupferglimmer als Cu^3Sb .

a. Analysen von raffinirtem und hammergaarem Kupfer.

N ^o	Cu	Pb	Fe	Ni	Ag	Sn	Ca	Mg	K	S	C
1.	99,61	Spr.	0,62	—	Spr.	0,27	—	—	—	—	—
2.	99,31	0,21	0,02	0,28	0,10	—	0,03	0,01	0,04	—	—
3.	99,944	—	Spr.	—	0,056	—	—	—	—	—	—
4.	99,799	0,038	0,107	—	0,056	—	—	—	—	—	—
5.	99,916	0,069	0,015	—	Spr.	—	—	—	—	0,01—0,06	—
6.	98,5—98,97	—	0,01—1,2	—	—	—	—	—	—	—	—
7.	98,92	0,63	—	—	0,032	—	—	—	—	—	—
8.	99,18	0,52	—	—	0,033	—	—	—	—	—	—

1) Norweg. Blockkupfer, n. *Genth*. 2) Hammerg. K. von Riechelsdorf, nach demselben. 3), 4) u. 5) desgl. von Dillenburg, obere, mittlere Scheibe und König nach demselben. 6) Stückkupfer von Bogeslowsk am Ural, nach *Laletin*. 7) Hammerg. K. von Freiburger (Grünthaler) Saigerkupfer. 8) Desgl., feinstes Blech.

b. Analysen von rohgaarem oder Rosettenkupfer.

N ^o	Cu	Pb	Fe	Ni	Ag	Sb	As	K	Ca	Mg	Al	Si	S	O
1.	98,48	Spr.	0,75	0,26	—	0,60	—	—	—	—	—	—	—	—
2.	99,45	0,14	0,02	Zn 0,02	0,04	0,19	Spr.	—	—	—	—	Spr.	—	—
3.	99,5	0,5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
4.	98,66	0,75	0,06	—	0,23	—	—	0,116	0,095	0,033	0,021	0,05	—	—
5.	99,17	0,47	0,05	—	0,23	Mn 0,05	—	—	—	—	—	—	0,11	—
6.	99,55	0,19	0,15	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
7.	99,89	0,06	—	—	Spr.	—	—	0,06	—	—	—	—	—	—
8.	98,25	1,09	0,13	0,24	0,14	—	—	—	0,11	—	0,05	—	—	—
9.	99,94	—	Spr.	—	0,06	—	—	—	—	—	—	—	—	—
10.	95,95	—	0,30	Ni 0,68	—	—	—	—	—	—	—	1,33	0,14	—
11.	99,9	0,1	Spr.	Spr.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
12.	83,90	0,60	—	1,10	Spr.	Ni 13,86	—	0,32	0,10	0,12	—	—	Spr.	—
13.	98,97	0,07	0,23	0,27	0,13	—	—	0,07	0,04	Spr.	—	—	Spr.	—
14.	83,00	—	0,80	12,10	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3,10
15.	87,75	—	0,30	7,85	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2,58
16.	96,54	—	0,78	Cu 1,41	Vd 0,21	—	—	—	—	—	—	—	—	—
17.	98,73	0,74	0,07	Spr.	0,06	Co 0,14	—	0,17	0,09	—	—	—	—	—
18.	97,79	—	0,21	1,35	0,50	—	—	—	—	—	—	—	—	—
19.	82,21	—	0,18	0,71	0,07	Zn 17,56	—	—	—	—	—	—	—	—
20.	62,49	—	0,40	0,74	0,07	Zn 35,84	Co 0,74	—	—	—	—	—	—	—
21.	99,4800	0,3620	—	—	0,1000	—	Au = 0,0008	—	Bi = 0,0480	—	—	—	—	—

1) Andreasberger Ros., nach *Bodemann*. 2) Unterharzer Ros., nach *Biewend*. 3) Drontheimer Ros. 4) Schwedisch. Ros., nach *Kobell*. 5) Schwed. Ros., nach *Genth*. 6) Schwed. Ros. von

Gustav- und Carlsberg, nach *Genth*. 7) Stadtbergener G. 8) Mansfelder G., nach *Kobell*. 9) Dillenburgener G., n. *Schnabel*. 10) Desgl., untere Scheibe. 11) Niederbrucker R., nach *Bodemann*. 12) Riechelsdorfer G., oberste Scheibe, nach *Genth*. 13) Desgl., König. 14) Desgl., von der Friedrichshütte, oberste Scheibe, nach *Wille*. 15) Desgl., zweite Scheibe. 16) Ros. von Perm, n. *Coubine*. 17) Japan. K., nach *Genth*. 18) Chines. K., nach *Onner*, erste Sorte. 19) Desgl., zweite Sorte. 20) Desgl., dritte Sorte. 21) Südaustral. Kupfer, nach *Levol*, in Folge des geringen Wismuthgehaltes spröde. (*Dingl.*, CXXXI, 268).

c. Analysen von Krätzkupfer.

N ^o	Cu	Fe	Ni	S	Sand	Kohle
1.	76,8	4,0	13,6	5,1	—	—
2.	83,25	3,40	12,82	1,19	—	—
3.	96,98	0,20	2,99	0,10	—	—
4.	98,2	0,4	0,6	—	0,2	

1) Gaarschlackenkupfer von Riechelsdorf, n. *Wille*. 2) Desgl. von Friedrichshütte, oberste Scheibe, nach demselben. 3) Desgl., untere Scheibe. 4) Haarförmiges K. aus dem Waleser blauen Kupfersteine, nach *Le Play*.

d. Analysen von Harzer Kupferglimmer.

N ^o	Cu	Ni	Sb	Pb
1.	46,32	28,26	24,53	1,69
2.	44,28	30,61	25,11	—
3.	43,38	29,23	26,57	—

1) Von Lautenthaler Hütte, nach *Pfannkuch*. 2) von Okerhütte, nach *Borchers*. 3) von Andreasberger Hütte, nach *Rammelsberg*.

Stromeyer hat in seiner Analyse des Kupferglimmers den Nickelgehalt übersehen und eine wohl unrichtige Vertheilung des Sauerstoffs auf die Metalle vorgenommen.

Rivot fand in einem Verblasenschlacken-Glimmerkupfer von Altenauer Silberhütte:

Cu	Pb	Fe	Zn	Ni	Sb	As
94,5	1,6	0,4	0,8	0,6	1,19	

und keinen Sauerstoff, was mit den vorhergehenden zuverlässigen Analysen nicht stimmt.

8) Nickel, kommt gewöhnlich in parallelepipedischen Stücken in den Handel. Nickel.

Analysen von käuflichem Nickel.

Nr.	Ni	Cu	Fe	Co	As	Sb	S	C	Rück-stand.	Si
1.	56,25	27,50	12,55	—	—	—	—	—	3,70	—
2.	54,6	30,10	11,3	—	—	—	—	—	4,0	—
3.	73,3	Spr.	1,6	22,1	—	—	—	—	3,0	—
4.	89,35	7,96	2,69	—	—	—	—	—	—	—
5.	97,29	0,32	0,89	1,25	—	—	—	—	—	—
6.	83,15	2,25	2,90	6,77	4,93	—	—	—	—	—
7.	75,00	1,31	6,58	12,50	3,42	—	—	—	—	—
8.	69,160	0,145	21,150	0,281	8,050	Spr.	Spr.	—	—	1,260
9.	67,947	0,205	21,273	0,220	7,966	Spr.	Spr.	—	—	1,330
10.	67,850	1,169	—	—	7,913	Spr.	Spr.	—	—	1,284
11.	68,219	0,173	21,211	0,250	7,976	—	—	0,780	—	1,291

1) und 2) deutsches Nickel. 3) Engl. N. 4) Nickel aus *Henschel's* Fabrik in Cassel, nach *Schnabel*. 5) Dillenburg N. aus *Heusler's* Fabrik, nach *Heusler*. 6) und 7) N. nach *Rolke* u. *Soutzos*. 8—10) Nickel in Würfelform von *Thalhof*, welches in den Wiener Argentanfabriken am meisten zur Verarbeitung kommt, nach *Pohl*. 11) Durchschnitt aus den vorhergehenden 3 Sorten.

Quecksilber.

9) Quecksilber, kommt mit mehr oder weniger Pb, Bi, Zn, Sn, Hg etc. verunreinigt in den Handel.

Silber.

10) Silber als Raffinat- oder Brandsilber mit Spuren von Pb und zuweilen Cu, Au, Sb und As. Beim Schmelzen des Silbers in Tiegeln erzeugen sich zuweilen aus Metalltropfen, welche an der innern Wand hängen bleiben, Krystalle oft in schönen Octaedern.¹⁾ Auch beim Spratzen²⁾ des Silbers ist zuweilen eine schöne Krystallbildung wahrzunehmen.

Cementsilber mit mehr oder weniger Pb und andern Metallen in geringer Menge.

Wismuth.

11) Wismuth. Das käufliche Wismuth enthält gewöhnlich Pb, As und S, besitzt ein ausgezeichnet blättriges Gefüge und ist zur Krystallbildung sehr geneigt. Dasselbe krystallisirt nicht, wie man bisher angenommen hat, in Würfeln, sondern nach *Rose*³⁾ in stumpfen Rhom-

¹⁾ B. u. h. Ztg. 1852. p. 261.

²⁾ *Erdm.*, Journ. f. ök. u. techn. Ch. I, 487; II, 395; X, 286. *Karst.*, Arch. 1. R. IV, 318. *Erdm.*, Journ. f. pr. Ch. XXXVIII, 423. *Bgwfd.* X, 546. *Pogg.*, LXVIII, 283. *Dingl.*, CXXV, 397. B. u. h. Ztg. 1853. p. 236.

³⁾ *Hausmann*, Beiträge z. metallurg. Krystallkunde. 1850. p. 7.

boedern mit trichterförmigen Vertiefungen, welche treppenförmige Begrenzungen haben. Die schönen bunten Anlauffarben auf solchen Krystallen rühren von einem zarten Ueberzuge von Wismuthoxyd her.¹⁾ Krystalle, beim Reinigen des käuflichen Wismuths, durch Umschmelzen mit $\frac{1}{8}$ Na Ö und $\frac{1}{64}$ S an den Wänden des Tiegels zufällig gebildet, bestanden nach *Werther*²⁾ aus $\text{Bi}^{12} \text{Ni}^5 \text{S}^2$.

12) Zink, welches gewöhnlich geringe Mengen Pb und Fe, auch wohl Cd, S, Sn, Bi, Sb, Cu, Ag, As und C enthält. Der beim Auflösen des Zinks in Säure bleibende kohlige Rückstand enthielt nach *Jacquelin* 0,142 Fe, 0,429 Pb und 0,0036 C; *Barruel* erhielt durch Schmelzen solcher Rückstände im Kohlentiegel ein grauweisses, aus 58,6 Sn, 34,5 Pb und 5,5 S bestehendes Gemisch.

Zink.

Das Zink ist dimorph, indem es nach *Nöggerath*³⁾ hexagonal, nach *Nicklès*⁴⁾ tesseral krystallisirt. Am häufigsten kommen hexagonale Säulen vor, zuweilen Polyeder⁵⁾, die man leicht für Pentagondodekaeder hält.

Nr.	Pb	Fe	Cd	As	C
1.	0,4	0,4	—	—	—
2.	0,47	0,28	—	—	0,04
3.	0,43	0,14	—	—	0,0036
4.	0,15	0,32	0,97	—	0,75
5.	0,30	0,35	—	—	—
6.	—	0,25	—	—	0,41
7.	3,33	0,10	0,30	—	—
8.	0,27	Spr.	0,23	—	—
9.	0,91	0,17	0,16	—	—
10.	0,80	1,50	—	—	—
11.	0,85	0,73	—	—	—
12.	0,43	0,24	—	0,19	—
13.	—	—	—	0,0426—0,19	—
14.	—	—	—	0,0697—0,0853	—
15.	—	—	—	0,0062—0,0522	—
16.	—	—	—	0,0005—0,0457	—

¹⁾ *Hausmann*, über die Erscheinung des Anlaufens der Mineralkörper. Stud. d. Götting. Ver. V, 320.

²⁾ *Erdm.*, Journ. LV, 227.

³⁾ *Pogg.*, Ann. LXXXIX, 129.

⁴⁾ *Erdm.*, Journ. f. pr. Ch. LI, 168.

⁵⁾ B. u. h. Ztg. 1853. p. 36.

1) Lütticher Zink, zweite Qualität, die erste ist fast ganz rein. 2) 3) und 4) Schlesiſches Zink, mit bis 0,2% Cadmium. Nach *Karsten*¹⁾ enthält ſchleſiſches Zink weder C, noch S, As, Sn, Bi, Sb, Cu, Ag, dagegen Spuren von Cd, bis 0,24% Fe und von 0,3—2% Pb. 5) Zink v. Iſerlohn, hart und von mittlerer Güte. 6) Deſgl. 7) 8) u. 9) Oeſterreichiſche Zinkſorten. 10) Chineſ. Z., ſehr ſchlecht. 11) Unterharzer Z., aſenhaltig. 12) Oſtindiſches Z. 13) Fran- zöſiſches Z. 14) Schleſ. Z. 15) Altenberger Z. 16) Zink von Corfali in Belgien.

Zinn.

13) Zinn. Die verſchiedenen Zinnſorten des Han- dels enthalten nicht ſelten mehr oder weniger Fe, Cu, As, und bisweilen auch Wo, Mo, Pb und Bi. Am reinſten iſt Malacca-, Banca- und das engliſche Zinn, viel un- reiner das deutſche. Daſſelbe kryſtalliſirt tetragonal, findet ſich aber in dieſem Zuſtande höchſt ſelten.

N ^o	Sn	Fe	Pb	Cu	Bi	Sb	As
1.	99,961	0,019	0,014	0,006	—	—	—
2.	99,76	Spr.	—	0,24	—	—	—
3.	98,64	Spr.	0,20	0,16	—	—	—
4.	95,0	—	1,5	3,00	—	—	—
5.	99,5	Spr.	0,2	—	—	—	—
6.	97,0	2,8	—	—	—	—	—
7.	95,0	1,2	3,0	—	—	—	—
8.	98,11	0,71	—	—	—	—	0,90
9.	99,60	0,06	—	—	—	—	0,05
10.	99,9	—	—	—	0,1	—	—
11.	—	0,11	—	Spr.	1,90	Spr.	Spr.
12.	—	0,09	—	—	1,40	—	—
13.	—	0,07	2,76	—	—	3,76	—
14.	—	0,07	1,93	—	—	2,34	—

1) Bancazinn, nach *Mulder*, faſt chemiſch rein. 2) — 4) Eng- liſches Zinn, nach *Berthier*. 5) — 7) Franzöſ. Zinn von Piriac, nach demſelben, nämlich 5) reinſtes vom Anfange des Pauſchens, 6) Schlacken- zinn und 7) Krätz- zinn aus den Rückſtänden. 8) Aelteres Steinzinn von Altenberg (1795—99), nach *Lampadius*. 9) Neuereſ Steinzinn ebenda- her (1837). 10) Neuſteſ Altenberger Zinn, nach *Plattner*. 11) Abgangs- zinn von Altenberg, n. *Kerſten*, mit Spuren von Wo und Mn. 12) Deſgl., raffini- rt. 13) Peruanisches Zinn, nach demſelben. 14) Deſgl., raffini- rt.

Schwefel.

14) Schwefel. Der in Stücken oder Stangen im Handel vorkommende Schwefel enthält öfters As und Se, die Schwefelblumen auch wohl S. Beim Röſten geſchwe-

¹⁾ *Karst.*, Arch. 2. R. XIV, Hft. 2. B. u. h. Ztg. 1842. p. 679.

felter Erze in freien Haufen (Unterharz¹⁾) erzeugt sich der Schwefel zuweilen in rhombischen und klinorhombischen Krystallen, desgl. in Schwefelsäureöfen.²⁾

Zweites Kapitel.

Von den Hüttenfabrikaten.

§. 87. Allgemeines. Mit Hüttenfabrikaten lassen sich diejenigen schon als Handelswaare³⁾ von den Hüttenwerken abzugebenden Producte bezeichnen, welche in den Erzen nicht präexistiren, sondern erst durch die Zugutemachung derselben in der Weise gebildet werden, dass man mehrere Bestandtheile des Erzes sich vereinigen lässt, oder während der Bearbeitung desselben gewisse Bestandtheile hinzufügt.

Begriff.

§. 88. Hüttenfabrikate. Es gehört hierher hauptsächlich Hartblei, Stahl, ausgesaigertes Schwefelantimon (Antimonium crudum), Arsenikglas, die Schwefelungen des Arsens (Realgar und Rauschgelb) etc.

Zusammensetzung der Hüttenfabrikate.

1) Hartblei, Abstrichblei, welches oft viel Sb und As, etwas Cu und Fe, bisweilen auch Ag und S enthält, hart, klingend, mit glänzenden, silberweissem Bruche und körnigem Gefüge. Seltener krystallisirt.

Hartblei.

N ^o	Pb	Sb	As	Cu	Fe	Zn	S
1.	83,91	16,01	—	0,04	0,04	—	—
2.	80,67	19,21	—	0,06	0,06	—	—
3.	79,36	20,57	—	0,04	0,03	—	—
4.	88,84	8,16	2,04	0,28	0,48	—	—
5.	84,72	10,32	2,00	1,68	0,88	—	—
6.	82,40	10,04	3,00	2,28	1,08	—	—
7.	77,40	18,28	2,88	1,42	Spr.	—	—
8.	84,10	14,60	—	1,20	—	—	—
9.	78,60	19,90	—	1,30	—	—	—
10.	74,10	22,90	—	2,90	—	—	—

¹⁾ B. u. h. Ztg. 1854. p. 97

²⁾ Liebig, Jahrb. 1852. p. 829.

³⁾ Ueber die kaufmännische Zunftsprache beim Metallhandel. Bgwfd. III, 36.

N ^o	Pb	Sb	As	Cu	Fe	Zn	S
11.	91,51	5,32	1,02	0,90	0,62	0,20	—
12.	93,10	3,42	1,21	1,02	0,45	—	—
13.	81,27	16,40	—	2,29	0,04	—	—
14.	91,40	8,20	0,40	—	—	—	—
15.	95,60	2,40	—	Spr.	—	—	—
16.	93,00	7,00	—	Spr.	—	—	—
17.	98,90	0,10	1,00	—	—	Spr.	—
18.	85,34	14,06	—	0,50	0,10	—	—
19.	81,01	17,00	—	0,13	0,22	—	—
20.	83,65	16,00	—	0,13	0,30	—	—

1—3) Nach *Biewend*, von Altenauer Hütte. 4) Nach *Müller*, ebendaher. 5) Nach demselben von Juliushütte am Unterharze. 6) Nach demselben von Okerhütte. 7) Nach demselben, Muster-sorte. 8) Nach *Ulrich*, vom Unterharze, mit Holzkohlen erzeugt. 9) Desgl., bei Cokes erfrischt. 10) Nach dems., Abstrichschlacken-blei vom Unterharze. 11) Freiburger Hartblei, nach *Kersten*. 12) Desgl., krystallisirt nach *Lampad*. 13) Holzappeler Hartblei, n. *Bischoff*. 14) Hartblei von Katzenthal. 15) Desgl. v. Villefort. 16) Desgl. v. Pezey. 17) Desgl. v. Pontgibaud. 18—20) N. *Streng*. 18) V. Clausth. Hütte. 19) V. Altenauer Hütte. 20) V. Lautenth. Hütte.

Stahl.

2) Stahl, Kohleneisen zuweilen mit geringen Mengen von Si, Al, P, S, Mn, Ag, Ni, Co, Cr, Wo; zeigt Anlage zur Krystallisation. Nach *Fuchs* ist Stahl eine Verbindung von tesseralem geschmeidigen Eisen und rhomboedrischem Roheisen; beim Behandeln mit Säuren löst sich ersteres auf. Durch Glühen von Roheisen zwischen reinem Rotheisenstein entsteht ein geschmeidiges stahlartiges Product, das hämmerbare Gusseisen (fonte malléable).

N ^o	C chem. geb.	C mech. geb.	Si	Mn	Ni	Co	Wo	Al	Cu	S	P	As
1.	1,129	—	Spr.	—	—	—	—	—	Spr.	Spr.	—	—
2.	1,1308	—	Spr.	—	—	—	—	—	—	Spr.	—	—
3.	0,9736	—	0,0589	—	—	—	—	—	—	Spr.	—	—
4.	—	—	0,115	—	—	—	—	—	—	0,002	—	—
5.	1,936	—	Spr.	—	—	—	—	—	—	Spr.	—	—
6.	—	—	0,028	—	—	—	—	—	0,020	—	—	—
7.	1,698	—	0,0383	—	—	—	—	—	0,3789	Spr.	—	—
8.	1,7199	—	Spr.	—	—	—	—	—	Spr.	Spr.	—	—
9.	1,4407	—	Spr.	—	—	—	—	—	Spr.	Spr.	—	—
10.	0,9851	—	—	—	—	—	—	—	—	Spr.	—	—
11.	1,3435	—	Spr.	—	—	—	—	—	—	Spr.	—	—
12.	1,570	—	0,020	—	—	—	—	0,010	—	—	—	—

Nr.	C chem. geb.	C mech. geb.	Si	Mn	Ni	Co	Wo	Al	Cu	S	P	As
13.	nichtbestimmt.		0,062	—	—	—	—	—	0,39	0,002	—	—
14.	—	—	0,163	—	—	—	—	—	0,27	0,008	—	—
15.	—	—	0,144	—	—	—	—	—	0,40	0,011	—	—
16.	—	—	0,077	—	—	—	—	—	0,36	0,006	—	—
17.	0,416	0,080	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
18.	1,87		0,10	—	—	—	—	—	—	—	—	—
19.	0,95	0,22	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
20.	1,7581		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
21.	1,5776		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
22.	1,33		0,05	—	—	—	—	—	—	—	—	—
23.	1,83		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
24.	0,625		—	?	—	—	—	—	—	?	0,03	—
25.	0,65		—	?	—	—	—	—	—	?	0,08	—
26.	0,65		0,04	?	—	—	—	—	—	?	0,07	—
27.	0,94		0,08	?	—	—	—	—	—	?	0,11	—
28.	1,428		0,52	1,92	As=0,93	Sb=0,12	N=0,18	—	—	1,00	—	—
29.	1,2812		—	0,218	0,079	—	0,0518	—	—	—	—	—
30.	0,98		—	Spr.	0,01	—	—	—	—	—	—	—
31.	1,12516		—	Spr.	0,1400	—	Spr.	—	—	—	—	—
32.	0,85645		—	Spr.	9,39355	—	Spr.	—	—	—	—	—
33.	0,99		—	Spr.	Spr.	—	Spr.	—	—	—	—	—
34.	1,08966		—	0,07034	0,0700	—	0,1000	—	—	—	—	—
35.	1,80		—	0,14	0,16	—	Spr.	—	—	—	—	—
36.	1,300		—	Spr.	0,07871	—	Spr.	—	—	—	—	—
37.	0,7758		—	Spr.	0,210	Spr.	Spr.	—	—	—	—	—
38.	1,131		0,500	—	—	—	—	0,055	0,300	0,014	Ag=Spr.	—
39.	1,50		0,60	—	—	—	—	—	—	—	—	—
40.	1,65		0,10	—	—	—	—	—	—	—	—	—
41.	1,336	0,312	0,043	—	—	—	—	—	—	0,175	—	0,036

a. Rohstahl, Nro. 1—16.

1) Steyerscher Edelstahl, n. *Karsten*. 2) Desgl. 3) Steyerscher Stahl aus steyerschen Flossen nach Siegen'scher Methode auf der Lohhütte gefrischt, n. *Karsten*. 4) Steyerscher Rohstahl, vorzügl. gut zu Sensen, höchst zähe und hart, nach *Stengel*. 5) Brescianstahl aus der Paal in Oestreich, nach *Karsten*. 6) Desgl., nach *Stengel*. 7) Edelstahl von Siegen, nach *Karsten*. 8) u. 9) Desgl., 10) Edelstahl von Lohn, nach *Karsten*. 11) Desgl. 12) Frischstahl von Sollinger Hütte, n. *Lampad*. 13) Rohstahl von Oberhunden bei Lohe, nach *Stengel*. 14) Desgl. von Lohe aus Stahlberger Eisenstein, vortreffl. Qualit., nach demselben. 15) Desgl. von Lohe aus $\frac{2}{3}$ Stahlberger und $\frac{1}{3}$ Grundener Rohstahleisen, nach dems. 16) Desgl. von Salchendorfer manganreichem Brauneisensteine nach demselben.

b. Cementstahl, Nro. 17 und 18.

17) Weicher Cementstahl v. Elberfeld, n. *Bromeis*. 17) Engl. Cementstahl, nach *Berthier*.

c. Gussstahl, Nro. 19—40.

19) Bester engl. von Sheffield, n. *Bromeis*. 20) Guter engl., nach *Karsten*. 21) Derselbe raffinirt, nach dems. 22) Engl. Huntmannsstahl. 23) Desgl. 24) Engl. Gussstahl. 25) Französ. Gussstahl. 26) Desgl., beste Sorte. 27) Desgl., zweite Sorte. 28) Desgl., n. *Schafhäutl* (unwahrscheinliche Zusammensetzung). 29) Wootzkönig aus Constantinopel, n. *Luynes*. 30) Desgl. 31) Desgl., a. Persien. 32) Desgl. 33) Desgl. v. Aleppo. 34) Ausgeschmiedeter oriental. Dammaststahl. 35) Grosse Klinge eines indischen Dolches. 36) Persische Klinge. 37) Alte Dammastklinge, mit Gold überzogen. 38) Dammaststahl v. Slatoust, n. *Ivanoff*. 39) Wootz. 40) Franz. künstlicher Wootz. 41) Indischer Wootz, nach *Henry*.

Schwefelantim.

3) Ausgesaigertes Schwefelantimon (*Antimonium crudum*). Dasselbe hat meist die kegelförmige Gestalt der Gefässe, in denen es erstarrte, ist metallisch glänzend, graphitfarben, sehr weich, auf dem Bruche strahlig krystallinisch und enthält gewöhnlich Fe, Pb, Cu und As. *Zinken*¹⁾ fand darin octaedrische Krystalle von Antimonoxyd; gewöhnlich stellen sich die Krystalle von Antimonoxyd als Nadeln dar.

N ^o	Sb	Pb	Fe	As	S
1.	62,477	10,403	0,700	Spr.	26,420
2.	59,674	11,956	0,630	Spr.	27,740
3.	70,255	—	0,315	—	29,430
4.	71,980	—	Spr.	—	28,020

Daraus berechnet sich der Gehalt an Schwefelmetallen wie folgt:

N ^o	Sb	Sb	Pb	Fe
1.	81,54	4,95	12,01	1,50
2.	65,51	19,34	13,80	1,35
3.	80,25	19,07	—	0,68
4.	91,98	8,02	—	—

1) Kronacher Schw., bunt angelaufen, n. *Wittstein*. 2) Desgl., nicht bunt angelaufen. 3) Ungarsches, nach dems. 4) Engl., nach dems.

Arsenikglas.

4) Arsenikglas (arsenige Säure = 75,81 As + 14,19 O). Das Arsenikglas (amorphe arsenige Säure) ist im frischen

¹⁾ *Erdm.*, Journ. f. ök. u. techn. Ch. I, 112.

Zustande ein vollkommenes Glas mit muschligem Bruche, Glasglanz und Durchsichtigkeit. Ohne eine Mischungsveränderung zu erleiden und ohne den festen Zustand zu verlieren, wird der zuvor farblose Körper mit der Zeit weiss, porzellanartig, opal- und wachsartig glänzend, indem der amorphe Zustand, unter gleichzeitigem Eintritte von Differenzen in Härte, specifischem Gewichte und Löslichkeit, in den krystallinischen übergeht, ähnlich wie beim Opal und Quarz. Wegen der von aussen nach innen an verschiedenen Stellen sehr abweichend fortschreitenden Entglasung scheint zu folgen, dass in dem Glase gewisse Verschiedenheiten des Agregatzustandes stattfinden. Dass die Ursache dieser isomeren Zustände eine eintretende Krystallbildung ist, hat *Hausmann*¹⁾ an einem Stücke Arsenikglas von Andreasberger Hütte nachgewiesen, welches anstatt des muschligen Bruches erst eine dünnstängliche Absonderung angenommen hatte, welche allmählig fortschreitend sich mit einer grossen Anzahl grösserer und kleinerer Octaeder besetzt fand. Nicht selten erzeugt sich die arsenige Säure bei Röst- und Schmelzprozessen in octaedrischen Krystallen, z. B. in den Unterharzer Rösthaufen²⁾, von beigemengtem Realgar oder Rauschgelb mehr oder weniger roth oder gelb gefärbt; in den unter dem Heerde der Amalgamirröstöfen zu Freiberg³⁾ befindlichen Canälen, in den Spalten des Gemäuers der Riechelsdorfer Kupferschiefer- und der Andreasberger Schliegöfen u. dgl. m.

Giftmehl nennt man das pulverförmige Sublimat, welches sich beim Rösten etc. arsenikalischer Erze in den Condensationsvorrichtungen ansammelt.

	Äs	Äs	Bi	S	Erzstaub	Russ
1.	90,10	2,05	—	0,73	5,51	1,04
2.	95,85	0,32	—	0,71	2,05	0,74
3.	94,31	1,03	0,25	0,50	3,05	0,16

¹⁾ Polyt. Centrbl. 1850. p. 881. *Leonh.*, Jahrb. 1850. p. 694.

²⁾ *Kerl*, Unterh. Hüttenpr. 1854. p. 27. B. u. h. Ztg. 1854. p. 98.

³⁾ *Kerl*, Oberh. Hüttenpr. 1852. p. 237.

1) Giftmehl aus dem Condensator des Zinnröstofens zu Altenberg, vom Anfange des Giftfanges, nach *Lampad.* 2) Desgl., vom Ende desselben. 3) Vom Blaufarbenwerke Oberschlema, nach *Lampad.* Das Giftmehl von Andreasberger Silberhütte am Harze enthält nach *Bodemann* 1% Fe und Al haltigen Kalk, $\frac{1}{2}$ % Sb, 1% quarzigen Rückstand und $\frac{3}{4}$ % Feuchtigkeit.

Schwefelarsen.

5) Realgar und Rauschgelb. Realgar, $\text{As} = 70,029 \text{ As} + 29,971 \text{ S}$, durch Vereinigung von metallischen Arsen und Schwefel dargestellt, von morgenrother, ins Hyacinthrothe und Braun übergehender Farbe ist amorph und zeigt nach *Hausmann*¹⁾ selbst nach dem langsamen Uebergange aus dem flüssigen in den festen Zustand keine Spur von Krystallbildung. Dasselbe enthält nach *Lampad.* etwas arsenige Säure.

Rauschgelb. $\text{As} = 60,903 \text{ As} + 39,097 \text{ S}$, durch Vereinigung von arseniger Säure und Schwefel dargestellt, hat eine pomeranzen- bis citronengelbe Farbe und ist stets ein Gemenge von As und As . *Lampadius* fand darin 6—10,5 %, *Guibourt* an 94% As . Dasselbe ist gewöhnlich amorph, kommt jedoch zuweilen in zusammengehäuften undeutlichen kleinen vierseitigen Nadeln vor.

Drittes Kapitel.

Von den Zwischenproducten.

Entstehung derselben.

§. 89. Allgemeines. Die Erzeugung der Educte kann nur durch Abscheidung der damit verbundenen Substanzen geschehen, in Folge dessen bei hüttenmännischen Prozessen vielfache Nebenproducte resultiren, welche den Gesetzen der chemischen Verwandtschaft zu Folge mehr oder weniger von dem auszubringenden Metalle zurückhalten. Je complicirter ein Hüttenprozess ist, desto vielfacher sind auch diese Nebenproducte, so namentlich bei

¹⁾ Polyt. Centrbl. 1850. p. 881.

Verarbeitung der Gold-, Silber-, Kupfer- und Bleierze. Man nennt diese Nebenproducte Zwischenproducte, wenn sie noch so bedeutende Mengen von dem auszubringenden Metalle enthalten, dass sie durch weitere Verarbeitung zu Gute gemacht werden müssen, dagegen Abfälle, wenn sie als unschmelzwürdig aus dem Hüttenbetriebe entfernt werden können. Eine scharfe Grenze lässt sich zwischen beiden Arten von Nebenproducten nicht ziehen, indem Fälle vorkommen, wo man auch Abfälle entweder wegen ihrer nützlichen Einwirkung auf den Schmelzgang oder ihres Metallgehaltes nochmals in die Hüttenarbeiten zurückgiebt. Auch ist der Begriff von Zwischenproduct nur ein relativer, indem ein solches unter Umständen schon als endliches Product angesehen werden kann, z. B. Roheisen, wenn es zu Gusswaaren verwandt wird, oder das ausgesaigerte Schwefelantimon (Antimonium crudum), wenn dasselbe, ohne auf metallisches Antimon weiter verarbeitet zu werden, direct in den Handel geht. Vom chemischen Standpunkte aus lassen sich die Zwischenproducte eintheilen in Legirungen, Schwefelmetalle, Arsenmetalle, Kohlenmetalle und Oxyde.

Unterschied zwischen Zwischenprod. u. Abfällen.

Classification d. Zwischenpr.

§. 90. Legirungen. Kommen nicht selten krystallisirt vor, wie z. B. das Blicksilber und Schwarzkupfer in schönen Octaedern. Es gehören unter andern folgende Producte hierher:

Zusammensetzung der Legirungen.

1) Goldhaltige Legirungen, als Goldamalgam¹⁾ und silberhaltiges Gold²⁾, güldisches Blei und güldisches Schwarzkupfer.

Goldh. Legir.

2) Silberhaltige Legirungen, als: Blicksilber, geringe Mengen von Pb, Cu und zuweilen Sb, As und Ni enthaltend; Silberamalgam¹⁾ mit mehr oder weniger Cu, Sb, Zn etc., Tellersilber (Anquicksilber, Amalgamir-metall, ausgeglühtes Silberamalgam), von fast erdardigem,

Silberh. Legir.

¹⁾ Crookewill erhielt mit Silber: $\text{Ag}^5 \text{Hg}^6$, $\text{Ag} \text{Hg}^2$, $\text{Ag} \text{Hg}^3$, $\text{Ag} \text{Hg}^4$; mit Gold $\text{Au} \text{Hg}^4$, ferner $\text{Bi} \text{Hg}$, $\text{Pb} \text{Hg}$, $\text{Cd}^2 \text{Hg}^5$. *Erdm., Journ. f. pr. Ch.* XLV, 87. *Liebig, Jahresber.* 1847/48. p. 393.

²⁾ *Erdm., Journ. f. pr. Ch.* LX, 454.

porösen, knolligen oder knospigen Ansehen, eine Verbindung des Silbers mit mehr oder weniger Cu, Pb, Au, Hg, Ni, Co, Fe, Zn, Sb, As etc.; Werkblei, eine Verbindung von Blei und Silber, meist mit geringen Mengen von Cu, Zn, Ni, Fe, Bi, Sb, As und S; der Legirung $\text{Ag}^5 \text{Pb}$ wird die Bildung von blumenkohlartigen Auswüchsen zugeschrieben, welche man oft beim Abtreiben gegen das Ende der Operation als Folge einer plötzlichen Abkühlung beobachtet.¹⁾ Silberhaltiges Zink und Kupfer etc.

N ^o	Ag	Hg	Cu	Pb	Zn	Fe	Ni	Sb	As	Au	S	Erden
1.	11,0	84,2	3,5	0,1	0,2	—	—	0,7	—	—	Spr.	—
2.	75,0	0,7	21,2	1,5	—	—	0,3	0,2	0,4	—	—	—
3.	21,58	—	15,20	52,48	—	9,85	—	—	—	—	—	—
4.	80,10	—	19,67	—	—	—	—	0,213	—	0,0156	—	—
5.	16,95	—	82,91	—	—	—	—	0,125	—	Spr.	—	—
6.	66,25	—	27,75	5,29	—	0,34	—	0,21	—	0,010	—	—
7.	14,82	—	45,00	0,34	—	33,85	—	0,31	0,08	—	0,10	0,37
8.	71,557	—	28,019	—	—	0,164	0,047	0,104	—	0,002	—	—
9.	11,98	—	86,50	—	—	1,2	—	0,3	—	—	—	—
10.	0,11— 0,18	—	0,40— 0,76	95,97— 99,00	—	0,28— 2,96	—	0,20— 3,46	—	—	—	—
11.	0,01	—	0,15	99,83	—	—	—	0,01	—	—	—	—
12.	—	—	0,7	91,1	—	—	—	—	6,7	—	1,0	—

a. Silberamalgam. 1) Festes Freiburger Amalgam, nach *Kersten*.

b. Tellersilber. 2) Freiburger Tellersilber, nach *Lampad*. 3) Desgl., bleireich, nach *Kersten*. 4) Gewöhnliches T., n. *Lampad*. 5) Waschbottigtellermetall, nach dems. 6) Unreines Rohmetall von der Amalgamation mit eisernen Kugeln, nach *Leschner*. 7) Unreines Tellersilber, nach dems. 8) Freiburger Raffinatsilber, n. *Plattner*. 9) Ausgeglühtes Waschbottigmetall (Waschbottigrohmetall), n. *Kersten*.

c. Werkblei. 10) Oberh. Werkblei, n. *Jordan*. 11) Oberh. Rastofenwerkblei, nach *Brüel*. 12) Werkblei von Pontgibaud.

Kupferh. Legir.

3) Kupferhaltige Legirungen, als Schwarzkupfer (Rohkupfer), welches ausser Kupfer noch Fe, Pb, Ni, Co, Ag, Zn, Mo, As und Sb in grösserer oder geringerer Menge enthält; Frischstücke, eine Legirung von Kupfer, Blei und Silber, mit geringen Mengen anderer Metalle; Kiehnstücke, Kupfer mit weniger Pb und Ag als in den Frischstücken etc.

¹⁾ *Erdm.*, Journ. f. pr. Ch. LX, 455.

Nr.	Cu	Fe	Pb	Ag	Zn	Ni	Co	As	K	Ca	Mg	S	
1.	95,45	3,50	—	0,49	—	—	—	—	—	—	—	0,56	
2.	88,87	3,40	5,96	—	1,97			—	—	—	—	—	
3.	89,13	4,23	0,97	—	3,98			—	—	—	—	1,07	
4.	92,83	1,38	2,79	0,26	1,05			—	—	—	—	1,07	
5.	92,60	2,18	1,43	0,18	2,18	0,18	Kohle und Verlust = 0,10				—	1,15	
6.	87,61	0,47	6,63	0,06	3,94			Kohle und Verlust = 0,56				—	0,73
7.	69,04	0,52	8,31	—	—	19,35	—	—	—	—	Si=1,50	1,28	
8.	83,29	1,66	0,31	0,06	—	3,28	Spr.	—	0,03	0,05	0,01	11,31	
9.	92,24	1,41	0,89	0,10	—	4,15	Spr.	—	0,10	0,13	Spr.	0,98	
10.	71,00	11,0	—	—	—	10,0	—	—	—	—	—	7,0	
11.	69,50	6,70	6,00	0,50	2,0	8,3	1,3	3,5	Bi 1,00	—	—	Spr.	
12.	49,50	2,07	42,66	0,41	0,37	—	—	3,0	Erden = 0,50			0,50	
13.	64—70	1,51	19,30	1,39	0,98	3,20	Bi 0,27	1,85	Sb 1,01	—	—	0,30	
14.	64—70	3,31	20,75	0,41	0,91	3,40	Bi 0,30	2,00	Sb 1,53	—	—	0,25	
15.	95,70	2,90	—	—	0,6	—	—	—	—	—	—	0,8	
16.	—	3,32	—	—	—	—	—	—	—	—	Si 0,39	0,45	
17.	93,10	3,97	—	—	2,00	—	0,06	—	—	—	—	0,87	
18.	99,24	0,11	—	—	—	0,26	—	Schlacke = 0,28		—	—	0,11	
19.	99,44	0,12	—	—	0,02	0,30	—	—	—	—	—	0,12	
20.	96,80	0,09	—	—	—	1,61	—	Schlacke = 0,14		—	—	1,36	
21.	86,5	Fe, Mn u. Ni = 3,2			—	—	—	1,8	Sn 0,7	—	—	6,9	
22.	92,5	Fe, Ni, Co u. Mn = 1,6			—	—	—	0,4	Sn 0,2	—	—	4,8	
23.	—	0,8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,3	
24.	—	0,7	—	—	—	0,3	—	0,4	—	—	—	0,2	
25.	—	0,7	—	—	—	0,9	—	0,8	—	—	—	0,1	
26.	99,4000	—	—	0,1000	—	Au = 0,0008		Bi = 0,1440				0,3140	
27.	94,60	4,90	Cu 0,60	Schlacken 0,59									
28.	9,99	83,33	Mn 2,91	C 3,09	—	Si 0,98							

1) bis 7) Mansfelder Schwarzkupfer. 1) Nach *Berthier*. 2) N. *Lade*. 3) N. *Hoffmann*. 4) N. *Ebbinghaus*. 5) Rückstandsschwarzkupfer. 6) Krätzscharzkupfer. 7) Desgl., n. *Baumann*. 8) bis 10) Riechelsdorfer Schwarzk. 8) Oberste Scheibe, nach *Genth*. 9) Unterste Scheibe, nach dems. 10) Krätzscharzkupfer, nach *Wille*. 11) bis 14) Freiburger Schwarzk. 11) Nach *Lampadius*. 12) Von Halsbrückner Hütte, nach *Leschner*. 13) Ebend., nach *Lampadius*. 14) Von Muldener Hütte, n. *Lampadius*. 15) Schwarzk. v. Chessy, nach *Berthier*. 16) Flammofenschwarzk., ebend. 17) Schwarzk. von Gilsaahütte in Lappland, nach *Stromeyer*. 18) bis 19) Flammofenschwarzk. v. Kaafjord in Lappland, n. *Stromeyer*. 20) Desgl., Blasen-
kupfer. 21) Waleser Flammofenschwarzk. von der Darstellung des weissen und rothen Steins aus Schlacken, nach *Le Play*. 22) Desgl. von Darstellung des Metallsteins (regule). 23) Degl. von Schlacken und Metallstein. 24) Desgl. von Extrastein. 25) Desgl. aus Schwarzkupfern der Extraarbeit. 26) Aus Südastralien, n. *Levol*. 27) Schw. von Perm, nach *Coubine*. 28) Kupferiges Roheisen, ebend.

Zinnhalt. Legir.

4) Zinnhaltige Legirungen, welche sich beim Saigern des Zinnes auf Heerden oder in Flammöfen bilden, gewöhnlich Zinn mit Fe und geringen Mengen Pb, Co, Wo, As.

				C und
Nr.	Sn	Fe	Pb	Schlacken
1.	73,0	14,5	9,9	—
2.	39,6	53,6	—	7,4
3.	82,5	16,5	0,5	—

1) Zinn vom Ende der Saigerung im Flammofen zu Piriac, n. *Berthier*. 2) Eisenhaltige Legirung, welche auf dem Zinne schwimmt, wenn man die Schlacken aus den Flammöfen und Krummöfen umschmilzt, ebendaher. 3) Auf der Sohle des Flammofens nach der Saigerung zurückbleibende Legirung, ebendaher.

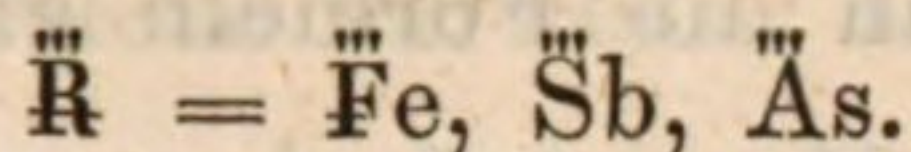
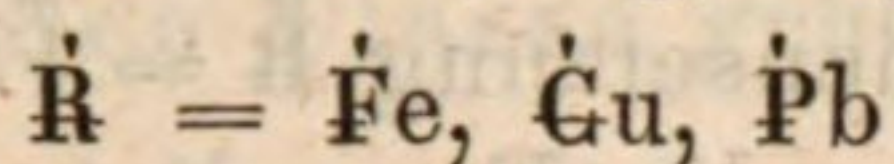
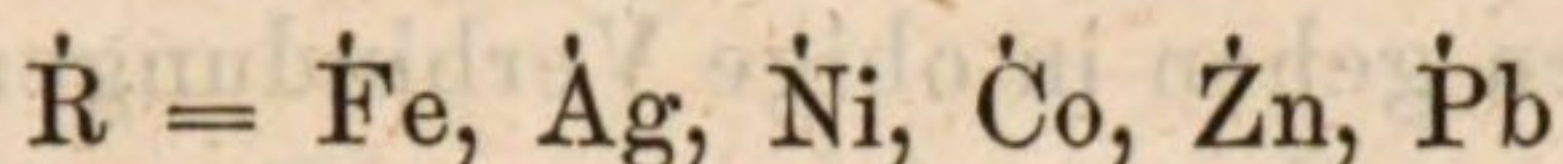
Chemische
Constitution
der Steine.

§. 91. Schwefelungen (Steine, Leche). Die mit dem Namen Steine, Leche belegten Schwefelungen gehören zu den wichtigsten Zwischenproducten, welche bei Schmelzprozessen fallen. Man sah dieselben früher als zufällige Gemenge von verschiedenen Schwefelmetallen an. Zur Kenntniss ihrer Zusammensetzung und Bildungsart haben hauptsächlich *Bredberg* und in neuerer Zeit *Plattner* und *Rammelsberg* beigetragen. *Bredberg*¹⁾ gebührt das Verdienst, *Berzelius'* Lehre von den Schwefelsalzen, sowie die von *Mitscherlich* über den Isomorphismus, mit Glück auf die bei Schmelzprozessen entstehenden Schwefelungen angewandt und gezeigt zu haben, dass dieselben analog manchen in der Natur vorkommenden Schwefelsalzen, in denen vicariirende Bestandtheile auftreten, zusammengesetzt sind. Zur Aufstellung einer chemischen Formel²⁾ für die Steine ist es erforderlich, aus der Analyse auf bekannte Weise den Schwefelungszustand zu bestimmen, in welchem die einzelnen Metalle in den Steinen enthalten sind, und bei derartigen Untersuchungen fand *Bredberg* ganz neue Species von Schwefelverbindungen auf. Bezeichnet

¹⁾ *Erdm.*, Journ. f. ök. Ch. V, 235; XII, 287. *Pogg.*, Ann. XVII, 268. *Karst.*, Arch. 1. R. VI, 93.

²⁾ Beispiele für die Aufstellung einer chemischen Formel: 1) für einen Freiburger Rohstein von kiesigen Erzen, nach *Plattner's* Analyse:

man mit R das betreffende Metall, so kommen nach *Bredberg* folgende Schwefelungsstufen in den Steinen vor:



Unter Annahme solcher Schwefelungsstufen lassen sich die Steine als bestimmte chemische Verbindungen, oder auch als Gemenge mehrerer solcher Verbindungen betrachten und nach *Bredberg* in folgende Classen bringen:

$$1. \text{ Classe} = \dot{R} \dot{R}^n$$

$$2. \quad \quad \quad = \dot{R} \ddot{R}$$

$$3. \quad \quad \quad = \dot{R}^n \ddot{R},$$

wo n eine einfache ganze Zahl bezeichnet, der Schwefelgehalt in engen Grenzen bleibt, die relative Quan-

S 26,702

Fe 57,781 bedürfen 16,51 S zur Bildung von $\dot{Fe}$

Pb 4,996 " 0,38 S " " " $\dot{Pb}$

Cu 4,416 " 1,12 S " " " $\dot{Cu}$

Zn 2,618 " 1,58 S " " " $\dot{Zn}$

Ni 1,312 " 0,71 S " " " $\dot{Ni}$

Ag 0,086 " 0,01 S " " " $\dot{Ag}$

As 0,240 " 0,15 S " " " $\ddot{\ddot{As}}$

98,151

20,16 S

Hiernach bleiben noch $26,702 - 20,16 = 6,542$ S über, welche ohne Zweifel an Eisen gebunden sind, so dass also demselben zusammen $16,51 + 6,542 = 23,052$ S angehören.

Um zu ermitteln, in welchen Schwefelungsstufen das Eisen auftritt, bestimmt man durch Division der vorhandenen Schwefel- und Eisenmenge durch die betreffenden Atomgewichte ($Fe = 28$, $S = 16$) die atomistischen Verhältnisse beider, nämlich:

$$\text{für Fe} = \frac{57,781}{28} = 2,349 = 1,6$$

$$\text{für S} = \frac{23,052}{16} = 1,441 = 1.$$

Es sind demnach nahe 3 Atom Fe mit 2 Atom S verbunden, was der Formel $\dot{Fe} \dot{Fe}$ entspricht. Da nun wahrscheinlich mit

tität der Metalle nach den Gesetzen des Isomorphismus aber bedeutend variiren kann.

Nicht selten gehen in obige Verbindungen noch Schwefelmetalle von der Zusammensetzung $\ddot{R} = \ddot{Fe}, \ddot{As}, \ddot{Sb}$ ein, und es gestalten sich dann die Formeln ganz allgemein wie folgt:

$$1. \text{ Classe} = x \dot{R} \dot{R}^n + \dot{R}^n \ddot{R}$$

$$2. \quad \quad = x \dot{R} \ddot{R} + \dot{R}^n \ddot{R}$$

$$3. \quad \quad = x \dot{R}^n \dot{R} + \dot{R}^n \ddot{R}$$

Zu den Steinen der ersten Classe gehören z. B. der Rohstein vom Verschmelzen silberarmer kiesiger Erze $= \dot{Fe} \dot{Fe}^n$, verbunden mit mehr oder weniger $\dot{Pb}, \dot{Zn}, \dot{Co}, \dot{Ni}, \dot{Ag}, \dot{Cu}, \ddot{Sb}$, und zuweilen gemengt mit $(Fe, Ni, Co)^4 As$; die Bleisteine vom Verschmelzen gerösteter silberhaltiger Bleierze $= \dot{Fe} (\dot{Fe}, \dot{Pb}, \dot{Cu})^n$ verbunden mit mehr oder weniger $\dot{Zn}, \dot{Co}, \dot{Ni}, \dot{Ag}, \ddot{Sb}$, öfters auch gemengt mit $(Fe, Ni, Co)^4 As$, manche Steine von dem Verschmelzen des Kupferkieses, Buntkupfererzes, Kupferglanzes, sowie

dem $\dot{Fe}$ isomorph sind: $\dot{Zn}, \dot{Ni}, \dot{Ag}$ und mit dem $\dot{Fe}$ isomorph: $\dot{Cu}, \dot{Pb}$, so entsteht für den Rohstein die Formel $(\dot{Fe}, \dot{Zn}, \dot{Co}, \dot{Ag}) (\dot{Fe}, \dot{Cu}, \dot{Pb})$ mit geringen Mengen von $\ddot{As}$.

2) für einen Unterharzer Rohstein von Kupfererzen, nach *Kerl's* Analyse:

S 23,98

Cu 61,66 erfordern 15,56 S zur Bildung von $\dot{Cu}$

Fe 11,89 „ 6,78 S „ „ $\dot{Fe}$

Ni 1,16 „ 0,63 S „ „ $\dot{Ni}$

Pb 1,37 „ 0,21 S „ „ $\dot{Pb}$

100,06 23,18 S

Es verhalten sich demnach die auf Cu und die übrigen isomorphen Metalle (Fe, Ni, Pb) zu vertheilenden Schwefelmengen wie $15,56 : 7,62 = 2 : 1$. Da nun 1 Atom $\dot{Cu}$ 1 Atom S und 1 Atom $\dot{Fe}$ 1 Atom S enthält, so sind 2 Atom $\dot{Cu}$ mit 1 Atom $\dot{Fe}$ verbunden und die chemische Formel ist folgende: $= (\dot{Fe}, \dot{Ni}, \dot{Pb}) \dot{Cu}^2$.

die Dünusteine = $\dot{\text{Fe}} \dot{\text{Cu}}^2$, mit mehr oder weniger $\dot{\text{Zn}}$, $\dot{\text{Ag}}$, $\dot{\text{Pb}}$, $\dot{\text{Fe}}$.

Zur zweiten Classe gehören z. B. manche Kupferrohsteine, welche entweder aus $\dot{\text{Fe}} \dot{\text{Cu}}$, oder aus $\dot{\text{Cu}}$, $\dot{\text{Fe}}$ und $\dot{\text{Fe}}$ in veränderlichen Verhältnissen bestehen und noch mit andern Schwefel- und Arsenmetallen verbunden sind, als $\dot{\text{Pb}}$, $\dot{\text{Zn}}$, $\dot{\text{Ag}}$, $\dot{\text{Sb}}$ und $(\text{Ni}, \text{Co})^4 \text{As}$ (Fahluner Kupferstein); manche Bleisteine (von Fahlun, Sala, vielleicht auch vom Oberharze).

Zur dritten Classe, als der schwefelreichsten, gehört der Rohstein der Silberhütte von Sala = $\dot{\text{R}}^3 \dot{\text{R}}$. Ausserdem bilden sich solche Schwefelungen beim Verschmelzen der Steine der zweiten Classe mit Schwefelkies; auch bleiben sie wohl beim Rösten der Kupfersteine als grünlichgelbe, kupferkiesähnliche Kerne zurück.

In Betreff der Bildung und Zusammensetzung der Steine ist noch Manches aufzuklären; die Kenntniss der allgemeinen Gesetze der Mechanik, Chemie und Physik umfasst noch nicht die Theorie der oft verwickelten Vorgänge bei der Steinbildung, namentlich ist noch nicht gehörig erforscht, welchen Einfluss die den Gegenstand einer metallurgischen Behandlung ausmachenden, natürlichen Schwefelungen und die übrigen damit verarbeiteten Substanzen auf einander äussern, auf welche Art sich verschiedene Schwefelmetalle zu Schwefelsalzen vereinigen und sich ersetzen, und in welcher Ordnung sich die Metalle mit Schwefel zu sättigen streben.

Fournets ¹⁾ Gesetz über die Verwandtschaft der Metalle zum Schwefel hat zur Kenntniss des letzteren Punctes wesentlich beigetragen.

Beim Rösten der Schwefelungen erzeugen sich nicht selten krystallinische oder krystallisirte Schwefelmetalle ²⁾ ($\dot{\text{Pb}}$, Schwefelkies, Kupferkies etc.), Oxyde und Säuren

¹⁾ *Erdm.*, Journ. f. pr. Ch. II, 129.

²⁾ B. u. h. Ztg. 1854. p. 98, 111.

(Magneteisen, Bleioxyd, Antimonoxyd, Kupferoxydul, arsenige Säure etc.), Salze (Pb S , Fe S , Zn S etc.); in den Kupfersteinen scheidet sich zuweilen metallisches Kupfer beim Contact des Schwefeleisen haltenden Steins mit der kupferoxydulhaltigen Schlacke im Stechheerde aus.

Steinbildung.

Nach *Plattner* ist über die Bildung der Steine im Allgemeinen Nachstehendes zu bemerken:

1) auf einer höhern Schwefelungsstufe stehende Metalle geben beim Schmelzen unter Entweichen von Schwefel ein Schwefelmetall von einer niedrigeren Schwefelungsstufe. Bei langsamem Schmelzen unter Zutritt von Gebläseluft wird öfter ein Theil desselben völlig entschwefelt, das Metall wird frei und entweicht entweder dampfförmig oder bleibt als Oxyd oder im regulinischen Zustande zurück. Bei Gegenwart von Kohle wird auch das Schwefelmetall unter Bildung von Schwefelkohlenstoff entschwefelt. Das Metall scheidet sich entweder regulinisch ab, oder vermengt sich mit dem unzersetzt bleibenden Schwefelmetalle. Werden die Schwefelungen rasch eingeschmolzen, so bleibt ein Theil der höheren Schwefelungen unzerlegt und mit der Hauptmasse der zersetzten niedrigeren Schwefelungsstufe gemengt.

2) Enthalten die Erze mehrere höher geschwefelte Metalle, so geben diese beim Schmelzen eine Verbindung neuer Schwefelmetalle von niedrigerer Schwefelungsstufe.

3) Beim Zusammenschmelzen höher geschwefelter Metalle mit regulinischen Metallen werden letztere von ersteren aufgenommen und es entstehen niedrigere Schwefelungsstufen; schmilzt man dagegen Metalle mit einer niedrigeren Schwefelungsstufe eines Metalles zusammen, so scheidet sich gewöhnlich ein Theil des mit dem Schwefel verbundenen Metalles aus.

4) Beim Verschmelzen silber- und kupferarmer, aber schwefelzinkreicher, kiesiger Erze, in geröstetem und ungeröstetem Zustande und mit passenden Zuschlägen in einem Schachtofen mit offener Brust wird — wenn man den Gebläsestrom in horizontaler Richtung in den Schmelzraum treten lässt, und während daselbst bei hinreichend

hoher Temperatur eine Zerlegung des Schwefelzinks durch den Kohlenstoff des damit in Berührung kommenden Brennmaterials in Zink und Schwefelkohlenstoff erfolgt — das Zink dampfförmig unterhalb der Ofenbrust ins Freie getrieben und es erfolgt ein Rohstein = $\text{Fe}(\text{Fe}, \text{Cu})^n$, welcher selten über 3% Zink enthält.

Beim Verschmelzen derselben Beschickung im Flammofen dagegen wird ein sehr zinkreicher Stein entstehen, dessen weitere Verarbeitung Schwierigkeiten verursacht. Zur Abscheidung des Zinkgehaltes bedarf es jedoch nur eines Zuschlages von Cokespulver, welches das im gerösteten Kiese enthaltene Eisenoxyd theilweise reducirt. Das Eisen entschweifelt das Zink und letzteres wird verflüchtigt.¹⁾

Die Steine kommen nicht selten schön krystallisirt vor.

Analysen von Steinen.

Steinanalysen.

1) Freiburger Rohsteine vom Verschmelzen silber- Rohsteine von
armer kiesiger Erze. der kiesigen
Roharbeit.

N ^o	Fe	Pb	Cu	Zn	Ag	Ni	Sb	As	S	Si	C
1.	58,00	12,25	2,00	3,00	0,14	—	—	2,00	18,75	—	—
2.	66,41	6,48	1,50	0,60	0,15	—	—	5,56	19,27	—	—
3.	62,35	5,22	1,26	—	0,10	—	—	10,28	19,34	—	—
4.	65,50	3,55	1,75	—	0,13	—	—	7,12	20,80	—	—
5.	64,59	6,21	1,65	0,56	0,13	—	—	5,60	18,98	—	—
6.	68,64	6,02	1,80	1,40	0,18	—	—	2,50	19,01	—	0,21
7.	69,00	2,50	3,50	6,10	Spr.	—	Spr.	—	17,00	—	—
8.	68,40	2,30	3,40	6,20	0,16	—	—	—	17,30	0,41	0,21
9.	57,333	8,863	3,273	1,381	0,151	0,515	0,194	1,243	26,487	—	—
10.	54,268	6,828	5,428	3,633	0,086	1,101	0,274	0,387	27,042	—	—
11.	57,781	4,996	4,416	2,618	0,086	1,312	—	0,240	26,702	—	—
12.	61,041	3,661	3,326	0,667	0,065	0,524	0,583	—	27,652	—	—
13.	56,610	5,489	5,587	4,774	0,200	0,525	0,032	—	22,489	2,666	—
14.	65,620	6,460	4,000	3,000	0,117	—	—	—	19,963	—	—
15.	66,92	5,80	3,01	0,20	—	Mn-2,11	—	Spr.	20,98	—	—

1) Nach *Lampadius*. 2) Nach *Leschner*. 3) Nach *Merbach*. 4) Nach *Viebeg*. 5) Nach *Schaff*. 6—8) n. *Kersten*. 9) Erzrohstein von Muldener Hütte, bei kaltem Winde erzeugt, n. *Plattner*. 10) Schlackenrohstein aus alten Haldenschlacken bei heissem Winde erzeugt, nach dems. 11) Desgl. 12) Desgl., nach *Conrad*. 13) Concentrationsstein

¹⁾ B. u. h. Ztg. 1854. p. 81.

vom Concentriren des zugebrannten Rohsteins im Flammofen, nach *Conrad*. 14) Rohstein von der Geschurarbeit, n. *Fritzsche*. 15) Rohstein von Amalgamirückständen, nach *Kersten*.

Nach *Plattner* bestehen diese Rohsteine vorzugsweise aus $\dot{\text{Fe}}$ ($\dot{\text{Fe}}, \dot{\text{Cu}}$)ⁿ, nach *Rammelsberg* entsprechen sie dem Ausdrucke $\dot{\text{R}}^2 \dot{\text{R}}$ oder $\dot{\text{R}}^3 \dot{\text{R}}^2$, wo $\dot{\text{R}} = \dot{\text{Fe}}, \dot{\text{Zn}}, \dot{\text{Ag}}, \dot{\text{Pb}}$ und $\dot{\text{R}} = \dot{\text{Fe}}, \dot{\text{Cu}}, \dot{\text{Pb}}$.

Analysen von geröstetem Freiburger Rohstein.

N ^o	$\dot{\text{Fe}}, \ddot{\text{Fe}}$	$\dot{\text{Pb}}$	$\dot{\text{Cu}}$	$\dot{\text{Zn}}$	$\dot{\text{Ag}}$	$\ddot{\text{Si}}$	$\ddot{\text{S}}$	$\ddot{\text{As}}$	$\ddot{\text{Sb}}$	S
1.	78,010	9,123	3,180	2,200	0,190	Spr.	2,700	2,720	1,460	0,921
2.	88,86	3,31	1,56	2,00	0,07	—	2,23	1,25	—	0,25
3.	81,66	2,71	Spr.	0,10	4,80	—	2,07	8,34	—	Spr.

1) Nach *Lampadius*. 2) Nach *Leschner*. 3) Nach *Winkler*.

2) Rohsteine vom Verschmelzen von Kupfererzen.

Rohsteine von
d.Roharbeit mit
Kupfererzen.

a) im Schachtofen.

N ^o	Cu	Fe	Zn	Ni	Co	Mn	Pb	Ag	S	$\ddot{\text{Si}}$	Vd
1.	23,58	38,42	5,67				—	—	32,00	—	—
2.	31,70	28,75	4,35	1,25	—	—	0,65	0,16	27,80	1,65	—
3.	48,25	17,35	2,90	0,80	—	—	1,05	0,30	24,58	1,55	—
4.	42,10	19,25	5,20	1,05	—	—	1,50	0,27	25,50	1,15	—
5.	43,62	23,35	3,45				—	—	28,70	—	—
6.	52,44	20,49	—	—	—	—	0,41	0,13	26,44	—	—
7.	47,27	19,69	—	4,09				—	26,76	—	—
8.	58,60	13,20	—	—	—	—	—	—	23,20	0,6	—
9.	8,32	62,26	1,23	—	—	—	—	—	26,35	0,51	—
10.	8,85	60,29	1,09	—	—	—	Spr.	0,61	26,07	1,78	—
11.	9,81	58,14	1,44	—	—	—	0,58	—	26,70	1,95	—
12.	12,00	55,85	2,92	—	—	—	3,96	—	24,62	0,20	—
13.	42,95	27,08	—	0,57	—	—	1,21	—	28,29	0,44	—
14.	43,81	24,96	—	1,14	—	2,33	0,87	0,09	26,57	0,96	—
15.	27,00	40,00	—	—	—	—	—	—	25,00	8,00	—
16.	3,10	58,50	2,30	Sb-1,40	As 5,30	—	9,20	0,20	17,00	—	—
17.	61,66	11,89	—	1,16	—	—	1,37	—	23,98	—	—
18.	61,86	11,14	—	2,09	—	—	—	—	24,32	—	—
19.	57,62	16,94	—	—	—	—	—	0,06	24,26	0,51	—
20.	13,53	54,78	1,91	—	—	—	—	—	29,75	—	—
21.	50,080	28,081	—	Al=0,480	Mg 0,367	Ca 0,607	—	—	16,18	0,470	0,592

1—8) Mansfelder Rohsteine. 1) Von Kupferhammerhütte, nach *Soutzos*. 2) Ebendaher, n. *Heine*. 3) Von Eislebener Hütte,

nach *Heine*. 4) Von Mansfelder Hütte, n. *Heine*. 5) Von Katharinenhütte, nach *Rammelsberg*. 6) Von Sangerhäuser Hütte, n. *Heine*. 7) Nach *Rammelsberg*. 8) Nach *Berthier*.

Die Mansfelder Rohsteine sind stets sehr deutlich krystallinisch und zuweilen in regulären Octaedern krystallisirt (Analyse 7).

Es entspricht nach *Rammelsberg* die Zusammensetzung von:

Nro. 1 der Formel = $4 (\overset{\cdot}{\text{Fe}}, \overset{\cdot}{\text{Zn}}, \overset{\cdot}{\text{Ni}}) \overset{\cdot}{\text{Cu}}$.

" 5 " " = $\overset{\cdot}{\text{Fe}}, \overset{\cdot}{\text{Cu}}$.

" 6 " " = $6 \overset{\cdot}{\text{Fe}}, 7 \overset{\cdot}{\text{Cu}}$.

" 7 " " = $\overset{\cdot}{\text{Fe}}, \overset{\cdot}{\text{Cu}}$.

9—12) Fahluner Rohsteine. 9 u. 10) Nach *Bergsten*. 11) N. *Winkler*. 12) Nach *Johnson*. Nach *Rammelsberg* sind die Steine

Nro. 1, 2 u. 3 = $(\overset{\cdot}{\text{Fe}}, \overset{\cdot}{\text{Cu}}, \overset{\cdot}{\text{Zn}}, \overset{\cdot}{\text{Pb}})^5 \overset{\cdot}{\text{Fe}}^4$.

" 4 = $(\overset{\cdot}{\text{Fe}}, \overset{\cdot}{\text{Cu}}, \overset{\cdot}{\text{Zn}}, \overset{\cdot}{\text{Pb}})^3 \overset{\cdot}{\text{Fe}}^2$.

13 u. 14) Riechelsdorfer Rohsteine. 13) Oberste Scheibe. 14) Unterste Scheibe, nach *Genth*. Nach *Rammelsberg* enthält Nro. 13 ungefähr 2 Atom $\overset{\cdot}{\text{Cu}}$ gegen 3 Atom $\overset{\cdot}{\text{Fe}}$ und vielleicht etwas $\overset{\cdot}{\text{Fe}}$. 14) giebt bei der Berechnung 39,09 $\overset{\cdot}{\text{Fe}}$, 51,06 $\overset{\cdot}{\text{Cu}}$ und 3,08 metallisches Kupfer.

15) Rohstein von Chessy, nach *Berthier*.

16) Freiburger Rohstein, nach *Lampadius*.

17—19) Unterharzer Rohsteine. 17) Von mir analysirt, mit geringen Mengen $\overset{\cdot}{\text{Zn}}$, $\overset{\cdot}{\text{As}}$, $\overset{\cdot}{\text{Sb}}$. 18) Im Laboratorium zu Giessen untersucht. 19) Nach *Ulrich*.

Formel für die Unterharzer Kupfersteine = $\overset{\cdot}{\text{Fe}}, \overset{\cdot}{\text{Cu}}^2$ oder $(\overset{\cdot}{\text{Fe}}, \overset{\cdot}{\text{Ni}}, \overset{\cdot}{\text{Ag}}) \overset{\cdot}{\text{Cu}}^2$.

20) Rohstein von Gilsaahütte in Lappland, nach *Stromeyer*.

21) Von Perm, nach *Coubine*.

b) Rohsteine aus Flammöfen.

Nr.	Cu	Fe	Ni	Co	Mn	Sn	As	S	Schlacke
1.	33,7	33,6	1,0			0,7	0,3	29,2	1,1
2.	27,23	39,38	0,59			—	—	32,80	—

1) Engl. Rohstein (Bronzestein), n. *Le Play* = $\overset{\cdot}{\text{Fe}}^2 \overset{\cdot}{\text{Cu}}$. 2) Rohstein von Kaafjord in Lappland, nach *Stromeyer* = $\overset{\cdot}{\text{Fe}}^3 \overset{\cdot}{\text{Cu}}$.

3) Kupfersteine (Spur-, Mittel-, Concentrations-, Kupfersteine. Dünnsteine).

a) Vom Schachtofenbetriebe.

N ^o	Cu	Fe	Ni	Zn	S	Si	Co
1.	51,37	18,67	6,54	—	24,35	—	—
2.	59,80	15,80	—	—	22,60	—	—
3.	57,27	16,32	—	—	22,17	—	—
4.	59,18	16,07	—	—	20,01	—	—
5.	61,23	15,19		—	24,38	—	—
6.	57,78	17,23	—	0,74	24,50	—	—
7.	61,26	13,70	—	—	22,51	—	4,11
8.	66,00	8,00	—	—	21,00	5,00	—
9.	29,10	18,90	27,93	—	20,45	2,10	—

1—5) Mansfelder Kupfersteine. 1) Spurstein von Kupferkammerhütte, nach *Ebbinghaus*. 2) Dünnstein, nach *Berthier*. 3) Desgl., nach *de la Trobe*. 4) Desgl., nach *Schlieper*. 5) Desgl., nach *Boujoukas*. Die Dünnsteine 2—5) bestehen im Wesentlichen aus $\dot{\text{Fe}}$ und $\dot{\text{Cu}}$.

6) Dünnstein von Fahlun, nach *Johnson*; nach *Rammelsberg* = $(\dot{\text{Fe}}, \dot{\text{Zn}})^2 \dot{\text{Cu}}^3$.

7) Dünnstein von Riechelsdorf; nach *Genth* = $\dot{\text{Cu}}^3 \dot{\text{Fe}}$, nach *Rammelsberg* = $(\dot{\text{Cu}}, \dot{\text{Fe}})^4 \dot{\text{Fe}}$.

8) Spurstein von Chessy, nach *Berthier*.

9) Concentrationsstein vom Verschmelzen nickel- und kupferhaltiger Schwefelkiese zu Dillenburg, nach *Heusler*, beinahe: $(\dot{\text{Fe}}, \dot{\text{Ni}})^3 \dot{\text{Cu}}$.

b) Vom Flammofenbetriebe.

N ^o	Cu	Fe	Ni	Co	Mn	Sn	As	S	Rückst.
1.	77,4	0,7	Spr.	Spr.	Spr.	0,1	—	21,0	0,3
2.	64,8	9,0	0,5		—	0,7	—	22,6	1,8
3.	56,7	16,3	1,6	—	—	1,2	—	23,0	0,5
4.	74,6	3,1	Spr.	Spr.	—	0,3	—	20,2	1,1
5.	62,1	11,9	0,2	—	—	1,8	—	22,8	0,7
6.	77,5	2,2	Spr.	Spr.	—	—	Spr.	20,1	—
7.	81,1	0,2	Spr.	Spr.	Spr.	Spr.	Spr.	18,5	—
8.	72,75	6,76	0,63	—	—	—	—	18,96	0,9
9.	79,98	0,48	0,50	—	—	—	—	17,04	2,00

1—7) Englische Kupfersteine, nach *Le Play*. 1) Weisser Stein vom Schmelzen des gerösteten Rohsteins mit reichen Erzen; auf 1 Atom $\dot{\text{Fe}}$ kommen 4—5 Atome $\dot{\text{Cu}}$. 2) Desgl., etwas bläulich. 3) Blauer Stein vom Verschmelzen des gerösteten Rohsteins mit gerösteten Erzen von mittlerem Gehalte; enthält gegen 4 $\dot{\text{Fe}}$ etwa 5 $\dot{\text{Cu}}$. 4) Weisser und 5) rother Stein vom Verschmelzen reicher Schlacken;

der rothe Stein fällt bei schwefelreicherer Beschickung. Jener enthält ungefähr 10 Atome $\dot{\text{Cu}}$, dieser etwas mehr als 2 Atome $\dot{\text{Cu}}$ gegen 1 Atom $\dot{\text{Fe}}$. 6) Weisser Extrastein vom gerösteten blauen Stein. 7) Metallstein (Dünnstein, Concentrationsstein) vom weissen Extrastein = 91 $\dot{\text{Cu}}$, 0,3 $\dot{\text{Fe}}$ und 8,5 Cu.

4) Bleisteine, und zwar

Bleisteine.

a) Von der ordinären Bleiarbeit (vom Verschmelzen gerösteter Erze).

N ^o	Pb	Fe	Cu	Ag	Ni	Co	Zn	As	Sb	S	Erden
1.	25,130	33,120	12,100	0,201	—	—	—	2,450	4,753	19,526	—
2.	28,26	32,04	11,31	0,20	Spr.	—	0,82	1,70	3,21	21,41	—
3.	20,250	27,051	27,614	0,117	1,010	—	0,231	0,650	1,005	21,314	—
4.	23,288	36,017	15,277	0,121	2,329	—	0,136	1,248	0,849	19,852	—
5.	21,816	37,202	12,944	0,099	0,544	—	1,439	0,731	0,718	22,847	—
6.	24,80	15,20	36,20	0,16	Niu. Zn 2,64	—	—	—	—	21,00	—
7.	9,80	44,00	27,80	Znu. Ag 1,7	4,4	—	—	1,1	—	11,20	—
8.	7,10	40,10	33,2	Znu. Ag 1,1	8,2	—	—	1,1	—	9,10	—
9.	8,64	44,34	17,43	—	—	—	7,76	2,19	—	19,64	—
10.	79,5	12,2	—	—	—	—	1,1	4,2	—	2,3	—
11.	67,0	22,4	—	—	—	—	1,1	4,5	—	4,0	—
12.	91,5	1,5	—	—	—	—	—	—	—	5,0	2,0
13.	76,0	8,0	—	—	—	—	—	—	—	12,0	4,0
14.	51,6	24,5	3,0	—	—	—	1,0	—	1,7	16,6	0,6
15.	85,5	0,9	3,2	—	—	—	—	—	—	10,4	—
16.	3,5	64,0	0,8	—	—	—	—	—	—	31,6	—
17.	62,0	2,2	18,6	—	—	—	Spr.	—	—	17,2	—
18.	49,0	3,3	27,0	—	—	—	2,3	—	—	18,4	—
19.	19,0	26,0	17,0	—	—	—	—	—	10,5	27,5	—

1—5) Freiburger Bleisteine. 1) Nach *Lampadius*. 2) Nach *Kersten* von der Halsbrücker Hütte. 3) Veränderter Bleistein von der Bleiarbeit mit Erzrohstein, nach *Rammelsberg* = $\dot{\text{Pb}} + \dot{\text{Fe}} \dot{\text{Fe}}^2$ oder $\dot{\text{Pb}} + \dot{\text{Fe}}^4, \dot{\text{Fe}}^3$. 4) Desgleichen von der Arbeit mit Schlackenrohstein, beide von Muldner Hütte nach *Plattner* = $\dot{\text{Pb}} + 3 \dot{\text{Fe}}$ oder $\dot{\text{Pb}} + \dot{\text{Fe}}^2 \dot{\text{Fe}}^5$. 5) Veränderter Bleistein von der gewöhnlichen Bleiarbeit auf der Halsbrücker Hütte nach *Plattner* = $2 \dot{\text{Pb}} + \dot{\text{Fe}}^3 \dot{\text{Fe}}$ oder $\dot{\text{Pb}} + \dot{\text{Fe}}^7 \dot{\text{Fe}}^2$. 6) Kupferbleistein von Halsbrücker Hütte, nach *Ihle*. 7) Gewöhnlicher Kupferstein von Antonshütte, nach *Kersten*. 8) Desgl., bei Zuschlag von $3\frac{2}{3}\%$ Eisen zum gerösteten Bleistein erhalten.

9) Okerscher Bleistein, n. *Ulrich*, nahe = $(\dot{\text{Pb}}, \dot{\text{Zn}}) (\dot{\text{Fe}}, \dot{\text{Cu}})^3$.

10 u. 11) Bleistein von Pontgibaud, nach *Rivot*.

12 u. 13) Bleistein von Pezey, ersterer beim schottischen und letzterer im Krummofen gefallen.

14) Bleistein von den Krummöfen in Villefort.

15 u. 16) Bleistein von Poullaouen, ersterer vom Flammofen, letzterer vom Krummofen, wo er eine Lage auf dem Bleibade bildet.

17 u. 18) Bleistein von Holzappel, ersterer vom Erz-, letzterer vom Steinschmelzen.

19) Bleistein von Emser Hütte.

b) Von der Niederschlagsarbeit (Verschmelzen ungerösteter Erze mit Eisen).

N ^o	Pb	Fe	Cu	Zn	Sb	Ag	S	Mn	As	C
1.	73,346	9,814	0,396	0,198	0,397	0,116	15,338	—	—	Spr.
2.	63,0	19,0	0,2	—	—	—	17,5	—	—	—
3.	41,50	34,05	0,36	—	0,66	0,12	23,82	—	—	—
4.	13,65	63,14	0,88	—	0,13	0,03	22,01	—	—	—
5.	8,26	58,00	0,90	—	2,40	0,02	31,38	—	—	—
6.	52,27	28,32	1,42	1,56	0,31	—	16,12	—	—	—
7.	36,00	33,20	Spr.	2,50	5,30	—	22,00	—	—	—
8.	59,33	19,60	1,10	0,17	0,13	—	18,92	—	—	—
9.	53,31	21,56	0,23	2,24	0,38	—	19,33	—	—	—
10.	65,78	13,03	1,15	0,67	0,18	—	17,27	—	—	—
11.	60,69	20,36	0,49	0,55	0,36	—	16,40	—	—	—
12.	63,787	13,721	1,533	2,253	—	—	18,706	—	—	—
13.	35,68	31,55	3,79	—	1,49	—	23,97	0,25	1,07	—
14.	61,71	17,91	0,77	1,30	—	—	18,13	0,18	—	—

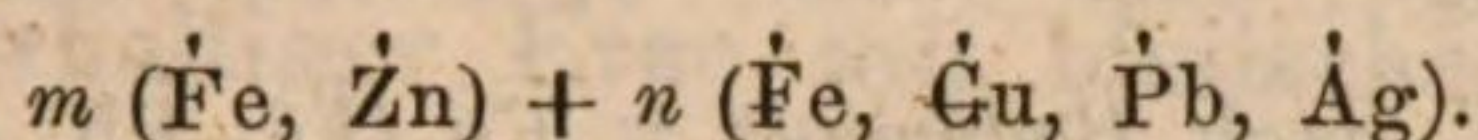
1—14) Oberharzer Bleisteine. Die Oberharzer Bleisteine sind meist derb, oft strahlig und zeigen gewöhnlich Aehnlichkeit mit kleinspeisigem, seltener grobspeisigem Bleiglanze, unterscheiden sich jedoch davon schon dem Aeusseren nach durch ihre Porosität. Zuweilen bilden sich, am häufigsten zur Lautenthaler Hütte, an der Unterseite der Bleisteinscheiben Krystalle von $\frac{1}{2}$ Zoll Länge und darüber, welche im Innern vollkommenen Metallglanz zeigen, auf der Aussenseite aber rauh und mit einem dunkelrothbraunen Ueberzug von Eisenoxyd versehen sind, welches sich durch Oxydation des Schwefeleisens bei hoher Temperatur an der Luft gebildet hat. Die Krystalle scheinen auf den ersten Anblick Rhomboeder zu sein, zeigen aber einspringende Winkel und sind nach *G. Rose*¹⁾ und *Hausmann*²⁾ Würfel, die mit einer ihrer Ecken aufgewachsen sind; dabei sind sie aus diesen äusserst kleinen Würfeln oft nicht ganz regelmässig zusammengesetzt, wodurch ihre Aussenflächen rauh und in der Mitte wie eingedrückt, auch ihre oberen Ecken wie die vom spitzen Rhom-

¹⁾ *Pogg.*, LIV, 271.

²⁾ *Hausm.*, Beitrag zur metallurgischen Krystallkunde. 1850. p. 10.

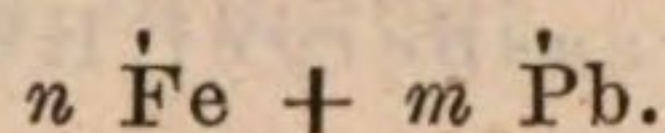
boeder erscheinen. Die Spaltbarkeit stimmt mit der des Bleiglanzes überein. Zuweilen sind grössere Individuen mit kleineren verwachsen, und dabei geht die rhomboedrische Gestalt in eine linsenförmige über, welche Bildung sich wohl in tafelförmige Krystallrudimente verläuft, die sich unter bestimmten Winkeln schneiden. Mit letzteren beiden Formen pflegt ein strahliges Gefüge verbunden zu sein.

Es kommt zur Frage, ob sich aus den angeführten Steinanalysen ein stöchiometrisches Verhältniss zwischen den zusammengetretenen Schwefelungen nachweisen lässt. Die Meinungen darüber sind getheilt. — *Bodemann* nimmt für die Oberharzer krystallisirten Bleisteine folgende Formel an, worin m und n ganze einfache Zahlen bezeichnen:



Auf einen Antimon- und Arsengehalt ist hierbei keine Rücksicht genommen, weil ihre geringe Menge an dem Gesamtausdrucke wenig ändert. Das Antimon geht weniger in den Stein, als in das Werkblei. Nach *Bredberg's* Vorgange sind die beiden Schwefelungsstufen des Eisens $\overset{\cdot}{\text{Fe}}$ und $\overset{\cdot}{\text{Fe}}$ in einem gesetzmässigen Zusammenhange angenommen, dagegen nicht das Vorhandensein von $\overset{\cdot}{\text{Pb}}$, sondern das von $\overset{\cdot}{\text{Pb}}$, zu welcher Annahme die krystallographischen Verhältnisse, sowie ausserdem der Umstand berechtigt hat, dass der häufig in deutlichen Würfeln krystallisirte Ofenbruch in den Oberharzer Bleiöfen die Zusammensetzung von $\overset{\cdot}{\text{Pb}}$ hat.

Nach *Rammelsberg*¹⁾ ist der wahrscheinliche Ausdruck für die Oberharzer Bleisteine, abgesehen von den kleinen Mengen der übrigen Schwefelmetalle:



Das Antimon muss man sich als $\overset{\cdot}{\text{Sb}}$ mit $\overset{\cdot}{\text{Fe}}$ und $\overset{\cdot}{\text{Pb}}$ in Verbindung denken. Bei Annahme der genannten Schwefelungen in den Steinen reicht der bei den Analysen gefundene Schwefelgehalt zu ihrer Bildung nicht vollständig hin, was wahrscheinlich daher rührt, dass sie etwas $\overset{\cdot}{\text{Fe}}$ oder $\overset{\cdot}{\text{Pb}}$, oder beide zugleich enthalten. Der Annahme von $\overset{\cdot}{\text{Fe}}$ ist der Umstand entgegen, dass sich dieses Sesquisulfuret bei hoher Temperatur zersetzt.

*Hausmann*²⁾ hält die Oberharzer Bleisteine für innige Gemenge von Schwefelblei und Schwefeleisen, welches letztere als $\overset{\cdot}{\text{Fe}}$, oder vielleicht als $\overset{\cdot}{\text{Fe}}^5 \overset{\cdot}{\text{Fe}}$ (Magnetkies) vorhanden sein dürfte. Für diese Annahme, welche der *Rammelsberg'schen* in Bezug auf das Vorhan-

¹⁾ *Rammelsberg*, Metallurgie. p. 177.

²⁾ *Hausmann*, a. a. O. p. 12.

denssein von Fe^{III} widerstreitet, spricht der Umstand, dass jene Steine magnetisch sind und sich in Höhlungen derselben zuweilen zarte prismatische Krystalle von Magnetkies ausscheiden. Die Berechnung giebt ausserdem bei einigen Analysen wohl Resultate, welche sich bestimmten Verhältnissen nähern, allein diese stimmen unter einander nicht überein.

Rammelsberg's Ansicht dürfte die grösste Wahrscheinlichkeit für sich haben.

1—7) Von Clausthaler Hütte. 1) Krystallisirter Schliegstein, nach *Brüel*; nach *Rammelsberg* Fe , Pb^2 ; nach *Bodemann* = Fe (Fe , Pb , Cu)⁸. 2) Desgl., nach *Ohme*. 3) Derber Schliegstein von gewöhnlicher Arbeit, nach *Bodemann* = Fe (Fe , Pb , Cu). 4) Rastofenstein, porös, nach *Brüel*; nach *Bodemann* = Fe (Fe , Cu , Pb) 5) Desgl., derb, nach *Bodemann* = Fe^2 (Fe , Cu , Pb). 6) Krystallisirter Bleistein vom Steindurchstechen, nach *Joy*, deutet nach *Rammelsberg* auf eine Verbindung von Pb , Fe . 7) Derber Bleistein, nach *Rivot*.

8—12) Von Lautenthaler Hütte. 8) Grosse Krystalle, nach *Bodemann* = Fe (Fe , Pb , Cu)², n. *Rammelsberg* = Fe^6 , Pb^5 . 9) Derber Stein von demselben Stücke, auf welchem sich die Krystalle Nro. 8 befanden, nach *Rammelsberg* = Fe^3 , Pb^2 . 10) Grosse Krystalle, nach *Bodemann* = Fe (Fe , Pb , Cu), nach *Rammelsberg* = Fe^3 , Pb^4 . 11) Krystalle nach *Brüel*; nach *Bodemann* = Fe (Fe , Pb , Cu)⁸, nach *Rammelsberg* = Fe^5 , Pb^4 . 12) Krystalle, n. *Bromeis*.

13 u. 14) Von Andreasberger Hütte. 13) Nach *Bodemann* = Fe (Fe , Pb , Cu , Ag , Sb , As). 14) Krystalle, n. *Avenarius*.

Speisen.

§. 92. Arsenikmetalle (Speisen). Diejenigen bei Hüttenprozessen fallenden, stark metallisch glänzenden Zwischenproducte, in welchen Arsen und Antimon die Rolle des Schwefels spielen, nennt man Speisen. Dieselben erzeugen sich beim Verschmelzen von eisen-, nickel-, kobalt- und arsenhaltigen Silber-, Blei- und Kupfererzen. Die Zusammensetzung der Speisen variirt; in den meisten Fällen bestehen sie nach *Plattner* aus $(\text{Fe}, \text{Ni}, \text{Co})^4 \text{As}$, seltener aus $\text{R}^3 \text{As}$ in sehr veränderlichen Verhältnissen der basischen Metalle, gemengt mit Fe , Fe , Pb , Cu , Zn , Ag , Sb , Si .

Chem. Constitution d. Speisen.

Die beim Verschmelzen abgerösteter goldhaltiger Arsenkiese fallende Speise ist eine Verbindung von

Fe^4As und Fe ; die Kobaltspeise der Blaufarbenwerke besteht aus $(\text{Ni}, \text{Co})^3\text{As}$, seltener aus $(\text{Ni}, \text{Co})^4\text{As}$, mit eingemengtem Bi, bisweilen enthält sie auch Fe^nAs und Ag, seltener Cu; die Nickelspeise vom Verschmelzen armer kobalthaltiger Nickelerze, behuf einer Concentration der vorhandenen Arsenmetalle des Ni und Co, besteht hauptsächlich aus $(\text{Ni}, \text{Co}, \text{Fe})^4\text{As}$ oder R^3As , mit zuweilen wenig Schwefelmetallen von Fe, Cu, Pb und Sb; die Bleispeise vom Verhütten silber-, kobalt-, nickel-, blei- und kupferhaltiger Erze mit bleiischen Zuschlägen enthält meist $(\text{Fe}, \text{Ni}, \text{Co})^4\text{As}$ in sehr veränderlichen Verhältnissen der basischen Metalle, und ausserdem noch mehr oder weniger Schwefelmetalle von Pb, Fe, Cu, Sb, Zn, Ag; die Raffinatspeise, welche durch Concentriren und Raffiniren von Nebenbestandtheilen meist befreit ist, nähert sich der Zusammensetzung $(\text{Ni}, \text{Co})^4\text{As}$.

Die Speisen haben oft eine krystallinische Textur und sind zuweilen zu deutlichen Krystallen ausgebildet. Gewöhnlich besitzen sie bei weisser Farbe einen starken Metallglanz und einen feinkörnigen oder strahlig blättrigen Bruch.

Nach ihren Hauptbestandtheilen lassen sich die Speisen in folgende Abtheilungen bringen:

1) Nickelarsenikspeisen.

Nickelarsenikspeisen.

Nr.	Ni	As	Fe	Cu	Co	Zn	Bi	Pb	Ag	Sb	S	Sand
1.	52,63	40,47	2,72	1,61	Spr.	—	—	—	—	—	2,55	—
2.	52,73	44,00	Spr.	Spr.	—	—	—	—	—	—	1,65	—
3.	49,0	37,8	—	1,6	3,2	—	—	—	—	—	7,8	0,6
4.	55,58	31,98	0,60	2,93	—	—	—	—	—	—	7,95	0,13
5.	64,75	35,25	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
6.	47,2	44,3	—	Spr.	Spr.	—	—	—	—	1,0	6,9	—
7.	52,58	34,07	10,06	—	3,28	—	—	—	—	—	1,01	—
8.	40,30	26,50	6,95	3,12	10,08	—	—	—	—	—	13,71	—
9.	40,05	35,15	0,90	19,30	—	—	—	—	—	—	4,80	—
10.	20,94	38,60	Spr.	0,67	35,82	—	—	—	—	—	4,47	—
11.	22,42	2,23	22,30	31,65	2,15	2,13	2,20	10,70	0,015	3,50	—	—

1) Speise von Schwarzenfels, nach *Wille*, im Wesentlichen Ni^3As . 2) In Quadratoctaedern krystallisirte Speise, nach *Wöhler* = Ni^3As . 3) Speise nach *Berthier*. 4) Sp. von Dillenburg, nach *Schnabel*. 5) Sp. krystallisirt, nach *Francis* = Ni^7As^5 . 6) Sp. nach

Berthier = Ni^2As . 7) Sp. nach *Francis* = Ni^5As . 8) Ungar'sche Sp. nach *Dougherty*. 9) Sp. von Dillenburg, nach *Heusler*. 10) Sp. vom Blaufarbenwerk zu Horst, *Breithaupt's* Placodin, nach *Schnabel*. 11) Sp. vom Verschmelzen kupferhaltiger Schlacken zu Grünthal, nach *Lampadius*.

Wismuthhaltige
Nickelarsensp.

2) Wismuthhaltige Nickelarsenikspeisen.

N ^o	Ni	As	Bi	Co	Fe	Cu	Ag	Pb	S
1.	43,25	35,32	13,18	3,26	0,97	1,57	—	—	2,18
2.	36,2	29,9	21,5	1,3	1,1	1,5	—	—	6,9
3.	40,50	17,50	32,10	5,02	2,10	—	0,224	—	1,0
4.	35,5	10,3	18,7	12,4	1,5	2,1	0,1	15,2	3,0

1) Speise aus Sachsen, nach *Schneider* = Ni^3As . 2) Böhm. Sp., n. *Anthon*. 3) Sp. von Oberschlema, n. *Lampadius*. 4) Bleispeise von Freiberg, nach *Lampadius*.

Eisenreiche
Nickelarsensp.

3) Eisenreiche Nickelarsenikspeisen.

N ^o	Fe	Ni	As	Pb	Co	Cu	Ag	Sb	S
1.	35,43	23,72	14,14	10,12	8,10	1,75	0,089	Spr.	3,13
2.	68,03	6,51	5,04	0,60	1,67	5,68	0,003	3,35	7,81
3.	31,40	33,43	36,92	—	—	—	—	—	—
4.	51,74	48,85	29,13	Spr.	2,89	3,55	—	—	2,04
5.	51,00	14,90	20,10	10,10	—	1,25	0,05	—	1,02
6.	37,21	22,72	18,40	11,10	6,14	1,10	0,08	—	2,20
7.	40,75	15,75	3,75	—	1,70	9,25	0,12	—	11,50

1) Speise von der Bleiarbeit zu Antonshütte, nach *Lampadius*. 2) Unterharzer Bleispeise, nach *Jordan*. 3) Sp. krystallisirt aus Baiern, nach *Marchand*. 4) Sp. von Victor-Friedrichshütte bei Harzgerode, n. *Rammelsberg* = $(\text{Fe}, \text{Ni}, \text{Co}, \text{Cu})^5\text{As}$. 5) Bleispeise von Halsbrücker Hütte bei Freiberg, nach *Kersten*. 6) Bleispeise von Antonshütte, nach *Kersten*. 7) Kupferspeise von Camsdorf, nach *Hoë*, enthält noch 11,47% Si und 4,08% mechanisch beigemengte Si.

Bleiische
Kupferarsen - u.
Bleiantimonsp.

4) Bleiische Kupferarsenik- und Bleiantimonspeisen.

N ^o	Cu	Pb	As	Sb	Fe	Co	Ni	Ag	S
1.	81,87	10,26	1,01	2,55	2,75	Spr.	Spr.	0,22	0,60
2.	44,56	26,11	12,98	5,21	5,54	1,63	0,71	0,13	2,86
3.	Spr.	68,18	—	30,27	Spr.	—	—	—	1,48
4.	0,34	90,52	0,13	1,24	2,58	—	—	0,14	5,05
5.	48,10	20,69	0,78	21,56	1,20	Bi2,04	0,32	Spr.	1,88

1) Unterharzer Königskupfer, nach *Bodemann*. 2) Unterh. Bleisteinspeise, nach *Ahrend*. 3) Bleispeise vom Rastofenschmelzen zu Clausthaler Hütte, n. *Bodemann*. 4) Bleispeise von Andreasberger Hütte, n. *Bodemann*. 5) Bleispeise v. Oeblarn, n. *Schenzl*.

5) Kobaltarsenikspeisen.

Kobaltarsensp.

N ^o	Co	As	Fe	Cu	S
1.	53,71	36,02	10,05	0,86	0,16
2.	31,35	35,20	23,15	8,90	0,50

1 u. 2) Speise vom Concentrationsschmelzen armer Kobalterze von Modum, nach *Scheerer* und *Francis*, erstere in Prismen, letztere in Tafeln krystallisirt = $(\text{Co}, \text{Fe}, \text{Cu})^5 \text{As}$.

§. 93. Kohlenstoffmetalle. Die Kohlenstoffmetalle werden hauptsächlich repräsentirt durch die verschiedenen Arten von Roheisen und Stahl.

Kohlenstoff-
metalle.

Der Kohlenstoff findet sich in dem Roheisen theils chemisch gebunden, theils mechanisch (als Graphit) eingemengt und hängt von dem quantitativen Verhältnisse dieser beiden Zustände die Natur des Roheisens (weisses, halbirtes oder graues) wesentlich ab. Das bei höherer Temperatur sich erzeugende, graue Roheisen enthält mehr Graphit, als das bei niedrigerer Temperatur entstehende weisse, welches letztere aber in manchen Varietäten im Ganzen kohlenstoffreicher zu sein pflegt, als das erstere. Das weisse Eisen mit dem grössten Kohlenstoffgehalte (Spiegeleisen) lässt sich als eine Verbindung von Fe^3C oder genauer $\text{Fe}^3\text{C} + \text{Fe}^4\text{C}$ mit 5,93% C betrachten.

Chem. Constitu-
des Kohlenstoff-
eisens.

Das Roheisen enthält je nach der Beschaffenheit der Eisenerze und nach der Temperatur, bei welcher dasselbe dargestellt worden, mehr oder weniger S, P, Si, Ca, Al, Mn, Cr, Vd, As, Cu, Mo, Ti. *Schafhäutl*¹⁾ und *Buchner*²⁾ haben im Roheisen einen Gehalt an N gefunden, was indess von *Marchand*³⁾ widerlegt ist. *Buff*⁴⁾ hat in neuester Zeit den Stickstoffgehalt bestätigt.

*Zinken*⁵⁾ fand das Roheisen in Octaedern krystallisirt, *Cornuel*⁶⁾ erwähnt eines krystallisirten Gusseisens aus einem Puddelofen, welches Spaltbarkeit in der Richtung von Würfelflächen zeigte, *Fuchs*⁷⁾ nimmt an, dass dasselbe,

¹⁾ Polyt. Centr. 1840. p. 40.

²⁾ Ibid. 1850. p. 614.

³⁾ *Erdm.*, Journ. f. pr. Ch. XLIX. 351.

⁴⁾ Polyt. Centr. 1850, p. 813; 1852, p. 1325.

⁵⁾ Bgwfd. XI, 595. *Dingl.*, XI, 116.

⁶⁾ *Lieb.*, Jahrb. 1852. p. 397.

⁷⁾ *Dingl.*, CXXIV, 348.

wie alle spröden Metalle, hexagonal krystallisire, indem der rhomboedrisch krystallisirende Graphit die in dem dimorphen (tesseralen und hexagonalen) Eisen liegende Disposition zu derselben Gestaltung aufrege. Stahl ist nach demselben eine Verbindung von tesseralem (geschmeidigem) mit rhomboedrischem (Roh-) Eisen, in dem gehärteten Stahle ist das rhomboedrische, in dem ungehärteten das tesserale Eisen vorwaltend.

Das lebhaft glänzende, silberweisse, grossblättrige, Spiegeleisen besitzt oft eine deutlich krystallinische Structur. Nach *Rammelsberg*¹⁾ scheinen die einzelnen Individuen zwei- und eingliedrige Prismen von 112° , 116° und $130-131^\circ$, nach Anderen solche von 120° zu sein. *Hausmann*²⁾, *Karsten*³⁾ und *Fachs*⁴⁾ nehmen an, dass die Krystallisation dieses weissen Roheisens nicht zum isometrischen Systeme gehört, wiewohl denselben eine genauere Bestimmung seiner krystallinischen Form noch nicht gelungen ist. Die krystallinischen Blätter des Spiegeleisens, oft von ein paar Zoll Grösse⁵⁾, sind keine vollendeten Krystalle, sondern nur Krystallrudimente, welche sich unter den verschiedensten, ganz unbestimmten Winkeln schneiden. Die Durchgänge des Spiegeleisens sind nicht Spaltungsrichtungen, sondern Absonderungsflächen.

Durch Glühen von weissem spröden Roheisen in Pulver von Blutstein (Eisenoxyd) verbrennt ein Theil des Kohlenstoffs und es resultirt ein hämmerbares Product (hämmerbares Gusseisen, p. 254) Analyse sub 2, Nro. 14.

¹⁾ Dessen chemische Metallurgie. 1850. p. 63.

²⁾ Beitr. z. met. Krystallkunde. 1850. p. 7.

³⁾ Eisenhüttenkunde. 3. Aufl. I, 181.

⁴⁾ *Dingl.*, CXXIV, 348.

⁵⁾ B. u. h. Ztg. 1852. p. 274. — Ueber die Krystallisation des Roheisens: *Valerius*, Handb. d. Stabeisenfabrik., deutsch v. *Hartmann*. Freiberg bei Engelhardt. 1845. p. 14.

1) Weisses Roheisen mit höherem Kohlenstoffgehalte.

Weisses
Roheisen.

N ^o	C chem.	C mech.	S	P	Si	Al	As	N	Cu	Mn	Fe	Ca	Mg
1.	5,80	—	0,65	—	1,86	0,11	4,05	0,87	—	—	86,66	—	—
2.	5,44	—	—	—	0,18	—	—	1,20	0,17	4,00	88,96	—	—
3.	5,14	—	0,002	0,08	0,56	—	—	—	—	4,50	89,72	—	—
4.	5,41	—	Spr.	Spr.	0,37	—	—	—	0,18	4,24	89,80	—	—
5.	4,26	—	—	—	0,08	—	—	0,75	—	0,85	94,06	—	—
6.	3,10	0,72	0,05	0,05	0,17	—	—	—	0,08	6,95	89,63	—	—
7.	5,80	—	Spr.	—	0,52	—	—	—	0,15	4,66	—	—	—
8.	5,112	—	0,001	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
9.	4,922	—	0,018	—	—	—	—	—	Spr.	—	—	—	—
10.	4,121	—	0,026	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
11.	2,908	0,550	Spr.	0,415	0,314	—	—	—	0,144	5,336	—	—	—
12.	3,9	—	—	—	0,5	—	—	—	—	4,6	—	—	—
13.	3,83	—	0,02	0,04	0,41	—	—	—	—	0,98	94,68	0,07	0,01

1) Spiegeleisen von Alais, nach *Schafhäutl.* 2) Spiegeleisen, n. dems. 3) Desgl., von Hammhütte (Sayn-Altenkirchen), aus Spath- und Brauneisensteinen, nach *Karsten.* 4) Weisses Roheisen von Lohhütte bei Müsen, beinahe Spiegeleisen, n. dems. 5) Grossluckiges Roheisen, nach *Schafhäutl.* 6) Spiegeleisen von Mägdesprung am Harze, aus Spatheisenstein, nach *Bromeis.* 7) Spiegeleisen von Lohhütte bei Müsen, aus Spatheisenstein, nach *Karsten.* 8) Spiegeleisen, den blumigen Flossen sich nähernd, aus Spatheisenstein von Saynerhütte, n. dems. 9) Blumige Flossen aus Steyermark, nach dems. 10) Weisses Roheisen von Malapane, aus Brauneisenstein mit heissem Winde und bei sehr gaarem Gange, n. dems. 11) Gaares weisses Roheisen von Mägdesprung, aus Spatheisenstein und Frischschlacken, nach *Bromeis.* 12) Bestes Eisen von Lekebergslag in Schweden. 13) Grossluckige Flossen aus dem Hohofen zu Eisenerz, zum Frischen am Schwallboden in Reichenau, nach *Widtermann.*

2) Weisses Eisen mit niedrigem Kohlenstoffgehalte.

N ^o	C chem.	C mech.	S	P	Si	Al	As	N	Cu	Mn	Sand
1.	3,18	—	—	—	0,53	—	—	0,93	—	0,22	—
2.	2,52	0,50	Spr.	0,40	0,33	—	—	—	0,11	3,27	—
3.	2,91	—	0,01	0,08	0,001	—	—	—	—	1,79	—
4.	2,75	—	0,38	—	0,48	0,01	4,08	1,04	—	—	—
5.	1,91	—	1,11	—	1,01	0,06	—	0,72	—	—	—
6.	1,44	—	0,30	2,30	4,10	—	—	—	—	—	—
7.	1,514	1,040	0,052	0,181	0,246	—	—	—	0,064	3,722	—
8.	2,0	0,5	—	—	0,7	—	—	—	—	4,5	—
9.	2,80	0,32	—	—	0,16	—	—	—	—	—	—
10.	1,90	0,50	1,40	1,20	1,20	—	—	—	—	0,38	—
11.	3,00	0,20	—	—	0,1	—	—	—	—	—	—

№.	C		S	P	Si	Al	As	N	Cu	Mn	Sand
	chem.	mechan.									
12.	1,25	1,42	—	0,56	0,61	—	—	0,26	—	1,41	—
13.	2,217	0,583	0,015	Spr.	0,951	Spr.	—	—	—	—	0,502
14.	0,446	0,434	—	Spr.	0,409	Spr.	—	—	—	—	—
15.	1,75		0,06	—	2,00	—	—	—	—	—	—
16.	2,5		—	—	2,0	—	—	—	—	—	—

1) Kleinluckiges Roheisen, nach *Schafhäutl.* 2) Grelles weisses Roheisen v. Mägdesprung, aus Spatheisenstein mit Frischschlacken erblasen, nach *Bromeis.* 3) Weisses R. von Hammhütte, vom übersetzten Ofengange, nach *Berthier.* 4) Weisses Roheisen von Alais, nach *Schafhäutl.* 5) Weisses Roheisen v. Creuzot, nach *Schafhäutl.* 6) Weisses R. von Firmy, nach *Berthier.* 7) Ordinaires weisses Roheisen von Mägdesprung, nach *Bromeis.* 8) Blumige Flossen von Sava in Kärnthen, aus Spatheisenstein. 9) Roheisen, weiss, dicht und etwas strahlig, aus Brauneisenstein und Bohnerz von Louvemont 10) Blumige Flossen v. Calder in England. 11) Roheisen v. Rochevillière aus Bohnerz, nach *Thirria*, silberweiss, dicht, strahlig, sehr hart und gutes Stabeisen gebend. 12) Fast weisses Roheisen, auf Friedrich-Wilhelmshütte zu Gravenhorst in Westphalen mit Holzkohlen aus Raseneisenstein erblasen, nach *Buff.* 13) Roheisen aus Blutstein von Lancashire, weiss, sehr hart, spröde mit krystalinischem Bruche, nach *Miller*, spec. Gew. = 7,684. 14) aus dem vorigen dargestelltes hämmerbares Gusseisen, nach dems., spec. Gew. = 7,718. 15) Siegensches Cokesroheisen, nach *Hochmuth.* 16) Siegensches Holzkohlenroheisen, nach dems.

Graues Roh-
eisen.

3) Graues Roheisen mit hohem Kohlenstoffgehalte.

[illegible]

1) Sehr graues Eisen von Lerbach am Harze, bei fichtenen Holzkohlen und kaltem Winde erblasen, nach *Bodemann*. 2) Desgl., bei 90° R. heissem Winde erblasen. 3) Gaares graues Roheisen von Königshütte am Harze, bei buchenen Holzkohlen und 200° heissem Winde erblasen, nach dems. 4) Halbirtes Roheisen ebendaher, bei kaltem Winde erzeugt, nach dems. 5) Graues Roheisen von Hammhütte, aus Spath- und Brauneisenstein, n. *Karsten*. 6) Graues Roheisen von Königshütte in Oberschlesien, aus Brauneisenstein bei kalter Luft, nach dems. 7) Graues Roheisen von Malapane, aus Brauneisenstein mit heissem Winde erblasen, n. *Karsten*. 8) Graues Roheisen von Vietz in der Neumark, aus Wiesenerzen bei kaltem Winde und sehr gaarem Gange, nach dems. 9) Ein solches bei heissem Winde. 10) Amerikanisches Roheisen, nach *Svanberg*, vom Hohenofen der Lehigh Iron Comp. 11) Desgl. von Eisenberg und Missouri. 12) Roheisen von Kreuzburger Hütte, Material zur Rohstahlbereitung. 13) Graues Roheisen von Autrey, aus Bohnerzen der Juraformation, ein gutes Drahteisen liefernd. 14) Roheisen von Montureux, aus Bohnerzen, nach *Thirria*, grau, grobkörnig, mit Graphitschüppchen, bei kalter Luft erblasen, gutes Blecheisen. 15) Roheisen von Clerval, aus Bohnerzen, nach dems., gute Gusswaren und Draht liefernd. 16) Desgl., bei heissem Winde. 17) Desgl., grobkörnig, weich, bei heissem Winde mit Holz und Holzkohlen. 18) Graues Roheisen von Königshütte in Oberschlesien, aus Brauneisenstein bei heissem Winde, nach *Karsten*. 19) Desgl. bei heissem Winde und Wasserdampf.

4) Graues Roheisen mit niederem Kohlenstoffgehalte.

Nr.	C chem.	C mech.	S	P	Si	Al	Cu	Mn	Fe	Ca	Na	K
1.	3,38	—	0,18	—	4,86	1,01	—	—	90,57	—	—	—
2.	0,93	2,34	0,06	0,15	3,37	—	0,10	1,23	92,87	—	—	—
3.	1,20	1,40	0,35	0,39	1,53	—	—	0,50	94,63	—	—	—
4.	0,40	1,80	1,40	1,30	2,80	—	—	—	92,30	—	—	—
5.	0,30	1,52	0,60	0,95	1,79	—	—	2,60	92,24	—	—	—
6.	1,00	0,18	3,75	0,38	1,30	—	—	—	93,39	—	—	—
7.	—	2,6	—	3,11	0,40	—	—	2,77	—	—	—	—
8.	—	1,93	Spr.	5,54	0,17	—	—	1,86	—	—	—	—
9.	2,4	—	—	—	1,2	—	—	—	—	—	—	—
10.	2,89	—	0,005	0,16	0,83	—	—	—	—	—	—	—
11.	2,39	—	0,004	0,03	1,90	—	—	—	—	—	—	—
12.	3,05	—	0,003	0,12	1,34	—	0,01	—	—	—	—	—
13.	3,27	—	0,15	—	0,25	0,17	—	0,73	—	—	—	—
14.	2,01	1,40	—	—	0,38	—	—	—	—	—	—	—
15.	0,70	2,50	—	—	2,2	—	—	2,8	—	—	—	—
16.	0,30	1,52	0,6	0,95	1,79	—	—	2,6	—	—	—	—
17.	0,50	1,60	—	—	1,10	—	—	1,5	—	—	—	—
18.	2,3	—	0,3	0,48	1,3	—	—	—	—	—	—	—

N ^o	C _{chem.}	C _{mech.}	S	P	Si	Al	Cu	Mn	Fe	Ca	Na	K
19.	1,87	1,92	Spr.	0,21	1,30	—	—	1,12	94,10	0,05	0,16	Spr.
20.	0,95	1,67	0,11	0,36	0,51	—	—	1,16	96,57	Spr.	Spr.	0,42
21.	1,77	0,49	Spr.	0,12	0,31	—	—	0,34	95,23	0,10	0,19	—
22.	2,72	0,26	Spr.	0,37	0,11	—	—	0,54	95,80	0,06	0,14	—
23.	2,217	0,538	0,015	Spr.	0,951	Spr.	—	—	95,777	—	—	—
24.		2,056	Spr.	0,520	3,266	—	—	—	—	—	—	—
25.		1,500	0,088	—	3,500	—	—	—	—	—	—	—
26.		2,00	—	—	2,25	—	—	—	—	—	—	—

1) Französ. Roheisen, nach *Schafhäutl.* 2) Graues Roheisen von Mägdesprung aus Rotheisenstein, Sphärosiderit und Brauneisenstein, nach *Bromeis.* 3) Engl. Roheisen von Calder, nach *Berthier*, zu Gusswaaren. 4) Engl. Roheisen von Clyde, bestes graues zu Gusswaaren, nach dems. 5) Weissgraues, höchst sprödes franz. Roheisen von Firmy, aus Sphärosiderit, n. dems. 7) Roheisen v. Torgelow in Pommern, von Wiesenerzen. 8) Roheisen von Peitz in der Lausitz, aus Wiesenerzen. 9) Roheisen von Ancy-le-France aus Bohnerzen, zu Gusswaaren und Stabeisen sehr brauchbar. 10) Nordamerik. Roheisen, n. *Svanberg*, aus Erzen von Juniata. 11) Desgl., von Long-Mine, Orange Co., New-York. 12) Desgl., v. Salisbury, Connecticut. 13) Graues Roheisen von Sollinger Hütte, nach *Lampadius.* 14) Halbirtes Roheisen von Cirey, aus Bohnerzen und Brauneisenstein, nach *Thirria*, dicht, körnig, hart. 15) Roheisen von Clyde, aus Sphärosiderit, nach *Berthier.* 16) Desgl., weissgrau, zum Frischen. 17) Desgl., sehr lichtgrau, zum Frischen. 18) Roheisen von Iniscedwyn, bei Anthracit erblasen. 19—22) Roheisen aus Eisenerz von Süd-Staffordshire, nach *Wrightson*, die ersten beiden Sorten bei kaltem, die letzten beiden bei heissem Winde erblasen, mit Spuren von Cr und Co. 23) Roheisen von Lancashire, aus Hämatit mit Holzkohlen erblasen, nach *Miller.* 24) Roheisen von Ars-sur-Moselle, nach *Langlois*, mit Cokes, Holzkohlen und heissem Winde erblasen, sehr fest und besonders zu Eisenbahnschienenstühlen geeignet. 25) Siegensches Cokesroheisen, nach *Hochmuth.* 26) Siegensches Holzkohleneisen, n. dems.

§. 94. Oxyde. Es gehören hierher hauptsächlich die Zwischenproducte vom Abtreibeprozess, als Glätte, Abzug, Abstrich und Heerd.

Bleiglätte. 1) Glätte = Pb, zuweilen geringe Mengen von Cu, Ag, Fe, S und eingemengte Theile der Heerdmasse enthaltend, auch wohl Pb³ Sb und Pb³ As. Man unterscheidet gewöhnlich gelbe Frischglätte (zusammenhängende geflossene Stücke von gelber oder grünlicher Farbe, Silber-

glätte), rothe Kaufglätte (ein leicht zerreibliches, schuppiges Product, Goldglätte) und schwarze (unreine) Glätte. Reine flüssige Glätte absorbirt nach *Fournet*¹⁾ und *Levol*²⁾ Sauerstoff und lässt denselben beim Erkalten, indem die erstarrte Kruste nach allen Richtungen hin aufspringt, wieder fahren. In den Spaltungen bildet sich die rothe Glätte, die zusammenhängenden Stücke geben gelbe Glätte. Beide Sorten haben dieselbe Zusammensetzung.

Die gelbe Glätte krystallisirt zuweilen in Rhomben-octaedern oder Rhombendodekaedern.³⁾ Auch findet sie sich wohl in schönen glänzenden, glimmerartigen Blättchen auf der Holzappeler, der Emser⁴⁾ und den Harzer Hütten.⁵⁾

Eine höhere Oxydationsstufe des Bleies, die Mennige, nach *Dumas* = Pb^2 , Pb , nach *Winkelblech* = Pb , Pb , nach *Longchamp* = Pb^4 , Pb , nach *Houtton* und *Mulder* = $\text{Pb}^4 \text{O}^5$, bildet sich zuweilen mit mehr oder weniger krystallinischem Gefüge im Treibofen, beim Rösten der Bleierze und Bleisteine.

Nr.	Pb	Cu	Fe	Zn	Ag	As	Sb	Si	C	Ca
1.	96,21	0,82	0,41	1,31	0,003	1,21	—	—	—	—
2.	—	0,76	—	—	—	0,14	—	—	—	—
3.	—	0,95	—	—	—	1,56	—	—	—	—
4.	96,35	1,35	0,66	—	—	—	—	0,45	2,70	0,49
5.	94,68	0,59	0,59	—	—	—	—	0,59	2,00	—
6.	99,69	0,04	Spr.	—	—	—	0,02	—	—	—
7.	58,13	0,28	Bi=35,25	0,71	—	—	—	3,75	—	—

1) Gelbe Glätte von Muldner Hütte bei Freiberg, nach *Kersten*. 2) Frischglätte, ebend. 3) Desgl. von Halsbrücke, nach *Plattner*. 4) Rothe Glätte, ebend., nach *Rammelsberg*. 5) Schwarze Glätte, desgl. 6) Rastofenglätte von Clausthaler Hütte, n. *Brüel*. 7) Letzte Glätte von einem Reichtreiben zu Oker am Unterharze, nach *Ulrich*.

¹⁾ *Erdm.*, Journ. f. ök. Ch. I, 53, 64.

²⁾ *Dingl.*, XCVIII, 34.

³⁾ *Erdm.*, Journ. f. pr. Ch. III, 217; XIX, 451.

⁴⁾ *Sandberger*, im Jahrb. d. nass. Ver. f. Naturkde. 1851. p. 131.

⁵⁾ B. u. h. Ztg. 1854. p. 112.

Kerl, Hüttenkunde.

Abstrich.

2) Abstrich¹⁾, Pb gemengt mit verschiedenen Substanzen, namentlich mit Pb³ Sb, Pb³ As, Pb S, Cu, Ni, Fe, Ag; eine schaumige bis dichte, grünlich schwarze, spröde Masse. Die dunkle Farbe rührt meist von einem Gehalte an Sb her.

N ^o	Pb	Sb	Cu	Fe	Zn	As	S	Si	Al	Ca
1.	63,6	28,6	—	—	7,0	—	—	1,6	—	—
2.	84,4	9,0	0,8	—	5,2	—	—	—	—	—
3.	68,0	14,0	Spr.	4,0	—	—	—	14,0		
4.	82,0	17,6	—	—	—	—	0,4	—	—	—
5.	95,5	—	0,5	0,3	1,1	2,3	—	—	—	—
6.	67,6	—	0,4	4,4	0,2	19,7	0,3	7,6		
7.	88,8	—	—	—	—	6,2	—	5,0		
8.	89,2	—	—	0,6	—	5,8	—	4,4		
9.	89,5	—	0,2	2,6	1,5	0,7	—	—	—	—

1) Erster Abstrich v. Poullaouen. 2) Letzter Abstrich, ebend.
3) Zweiter Abstrich, von Holzappel. 4) Gewöhnlicher Abstrich, von Villefort. 5) Abstrich v. Freiberg. 6) Erster Abstrich v. Katzenthal. 7) Letzter Abstrich, ebend. 8) Gewöhnlicher Abstrich von Pontgibaud. 9) Abstrich, ebend., nach Rivot.

Abzug.

3) Abzug²⁾, Pb gemengt mit denselben Substanzen, wie Abstrich, ausserdem noch mit Pb, Fe und Heerdmasse, von mehr oder weniger geschmolzenem Ansehn und dunkler Farbe.

N ^o	Pb	Sb	Cu	Fe	Zn	S	Si	Al	Ca	Pb
1.	35,1	4,8	4,6	5,4	5,0	6,8	5,8	0,8	0,7	32,4
2.	53,1	0,5	1,1	5,4	4,6	—	As=3,0	—	C 5,6	23,0

1) Abzug von Poullaouen, nach Berthier. 2) Abzug v. Pontgibaud, nach Rivot.

Heerd.

4) Heerd, mit Glätte durchdrungene Heerdmasse.

Testasche.

5) Testasche vom Silberfeinbrennen, eine von den oxydirten, im Blicksilber enthaltenen fremden Metallen durchdrungene Heerdmasse mit eingemengten Silberkörnern; oft wismuthhaltig, wenn auch in den Erzen und

¹⁾ u. ²⁾ Fournet, Bildung und Zusammensetzung des Abstrichs und Abzugs. *Erdm., Journ. f. ök. u. techn. Ch.* I, 48, 63, 72.

sonstigen Zwischenproducten dieses Metall nicht aufzufinden ist (Oberharz und Unterharz ¹⁾)).

§. 95. Metallsalze. Als eigentliche Zwischenproducte kommen die Metallsalze bei Hüttenprozessen auf trockenem Wege seltener vor; man könnte die metallreichen Schlacken, welche stets wieder in die Schmelzarbeiten zurückgehen, manche gut gerösteten Erze und Steine etc. dahin rechnen. Bei Hüttenprozessen auf nassem Wege werden dieselben durch metallhaltige Laugen, z. B. beim *Ziervogel'schen* und *Augustin'schen* Entsilberungsprozesse repräsentirt.

Viertes Kapitel.

Von den Hüttenabfällen.

§. 96. Allgemeines. Man begreift unter Hüttenabfällen diejenigen Hüttenerzeugnisse, welche mehr zufällig sich bilden, von geringerer Bedeutung sind und um deretwillen der Hüttenprozess eigentlich nicht unternommen wurde. Sie werden entweder wegen eines Rückhaltes an nutzbarem Metalle, oder wegen flussbefördernder Eigenschaften wieder in die Schmelzarbeiten zurückgegeben, oder als nutzlos weggeworfen. Es gehören hauptsächlich die folgenden Producte hierher: Ofenbrüche, Flugstaub, Geschur und Gekrätz und die Schlacken.

§. 97. Ofenbrüche. Dieselben bilden sich entweder durch directe Verflüchtigung eines zusammengesetzten Körpers oder durch Verbindung und Condensation verflüchtigter Körper an kalten Theilen des Ofens, oder durch Infiltration heissflüssiger Massen ins Gemäuer, oder auf beiderlei Weisen zugleich; dabei ist oft Gelegenheit zur Bildung schöner Krystalle vorhanden.

Die auf erstere Weise in Schachtöfen erzeugten Ofenbrüche setzen sich gewöhnlich über der Form an den Schachtwänden ab, die durch Infiltration entstandenen

¹⁾ Kerl, Oberh. Hüttenpr. 1852. p. 150.

dringen auch in das Gemäuer unterhalb der Form ein. Bei der Bildung geschwefelter Ofenbrüche scheint der flüchtige Schwefelkohlenstoff eine Hauptrolle zu spielen, indem er die verflüchtigten Metalle in den obern Regionen des Ofenschachtes wieder schwefelt.

1) Ofenbrüche der Bleiöfen. Diese bestehen im Wesentlichen aus Pb, enthalten aber öfters noch andere Schwefelmetalle, namentlich Fe, Zn, Sb und Ag, auch wohl Oxyde und Salze der Metalle. Auf den Oberharzer Hütten¹⁾ bilden sich krystallisirte Ofenbrüche in den Bleiöfen, Würfel mit treppenförmig vertieften Begrenzungsflächen und schönen Anlauffarben. Sie sind ohne Zweifel dadurch entstanden, dass Bleiglanz vor seiner Zersetzung dampfförmig wurde, sich an den kälteren Ofentheilen absetzte und in einem geschützten Raume allmählig erstarrte. Nach *Fournet* schmilzt Bleiglanz schwerer als metallisches Blei, ist aber flüchtiger. Nach *Becquerel* kann Bleiglanz als Schwefelblei mittels Sublimation in Würfeln und Octaedern krystallisirt erhalten werden. In derben Massen stellt sich der regenerirte Oberharzer Bleiglanz bald grob-, bald feinspeisig dar und unterscheidet sich von dem natürlichen nur durch seine Porosität. *Hausmann* hat in demselben eingesprengten Magnetkies unter der Loupe deutlich erkannt. Nach *Metzger* besteht der in Würfeln krystallisirte Ofenbruch der Oberharzer Bleiöfen aus:

Pb	Fe	Zn	Sb	Ag
95,5	3,2	Spr.	2,5	Spr.

Krystalle von gleicher Form und Zusammensetzung bilden sich ferner bei dem Verrösten des Bleisteins, welche sich, wenn die Röstung weiter fortschreitet, in Bleivitriol verwandeln, welcher Blätterdurchgänge und Form des ursprünglichen Schwefelbleies zeigt²⁾. Zuweilen tritt der

¹⁾ *Hausm.*, Beitr. z. metall. Krystallkde. 1850. p. 9. *Metzger*, in B. u. h. Ztg. 1853. p. 238. *Polyt. Centr.* 1853. p. 754. *Kerl*, Oberh. Hüttenpr. 1852. p. 93.

²⁾ *Hausm.*, Beitr. z. met. Krystallkde. 1852. p. 48.

Bleivitriol in Rösthaufen bald in traubiger und getropfter Gestalt, bald in zarten Blättchen und dünnen Nadeln hervor.¹⁾ Auch findet sich der Bleivitriol mit dem regenerirten Bleiglanze der Schachtöfen verwachsen.

Krystallisirte Ofenbrüche von der angegebenen Beschaffenheit fand *Hausmann* auch in den Kärnthner Flammöfen und den niedrigen Bleiheerden am Mississippi, sowie *Sandberger*²⁾ auf den Werken zu Holzappel und Ems. Ferner erkannte *Hausmann*³⁾ ein in dem Stechheerde eines Clausthaler Schliegofens in einer porösen, antimonhaltigen, bleiischen Masse aufgefundenes Product als Antimonnickel, Ni Sb, dessen Vorkommen als Hütten-Antimonnickelproduct auf der Emser Hütte in den Höhlungen des Bleisteins zuerst durch *Sandberger*⁴⁾ bekannt geworden ist. Während beide Vorkommnisse eine lichtkupferrothe, stark ins Violette stechende Farbe haben, krystallisirt das Nassauische Product in tafelförmigen Krystallen, dagegen das Oberharzer in langen dünnen Säulen, an deren zarter Nadelform das reguläre sechsseitige Prisma zu erkennen ist. Gelblich grüne Zinkoxydkrystalle fand *Knocke* auf Barnsteinen von der innern Seite des Mantels eines Lautenthaler Schliegofens (*Hausm.*, metall. Krystallkunde, 54). Zinkoxyd.

Auf den Comm.-Unterharzer Hütten⁵⁾ setzen sich in den Bleiöfen schmutzig grüne, dichte schaalige Massen (zinkische Ofenbrüche, Ofengalmei) an, welche nach *Ahrend* folgende Zusammensetzung haben: Zinkische Ofenbrüche.

Zn	Pb	Cu	Fe	Al	Ca	Si	C	S	S
80,29	8,27	0,23	5,06	0,35	Spr.	1,42	0,23	0,28	3,21

*Hausmann*⁶⁾ erkannte auf der Oberfläche und in Höhlungen des Okerschen Bleisteins octaedrische Kry-

¹⁾ *Hausm.*, Beitr. z. met. Krystallkde. 1852. p. 46.

²⁾ Jahrb. d. nass. Ver. f. Naturkde. 1851. p. 131.

³⁾ Nachrichten von der G. A. Universität u. d. Königl. Gesellsch. der Wissensch. zu Göttingen. 1852. Nr. 12. p. 180.

⁴⁾ Jahrb. d. Ver. für Naturkde., im Herzogth. Nassau. 1851. p. 133.

⁵⁾ *Kerl*, Unterh. Hüttenpr. 1854. p. 42.

⁶⁾ Göttinger Nachrichten. 1852. Nr. 12. p. 179.

Magneteisen. stalle von Magneteisen. Auf der Victorfriedrichshütte im Anhalt'schen bildet sich auf der Sohle der Bleiöfen ein krystallinischer Ofenbruch von gelbbrauner Farbe und krystallinisch strahliger Textur, welcher nach *Rie-
necker*¹⁾ enthält:

Si	Fe	Pb	Ca
42,00	40,53	13,78	3,54

Bleigelb. *F. Hausmann*²⁾ hat deutlich krystallisirtes molybdänsaures Bleioxyd (Bleigelb) auf einem Stücke Ofenbruch aus einem Flammofen zu Bleiberg in Kärnthen gefunden.

Zinkische Rohofenbrüche. 2) Ofenbrüche aus Rohöfen bestehen hauptsächlich aus Zn, öfters mit mehr oder weniger Fe, Pb und geringen Mengen anderer Schwefelmetalle verbunden.

Solche Ofenbrüche bilden sich z. B. in den Freiburger Rohöfen. Sie sind meist gelb, parallelfasrig, von starkem Glanze; ausgebildete Krystalle haben oft durch eine symmetrische Ausbildung der Flächen die Form sechsseitiger Prismen bei folgender Zusammensetzung:

	Zn	S	Si	Pb
1.	65,75	33,13	1,40	—
2.	Spr.	13,38	—	85,39

1) Derber Ofenbruch aus einem Rohofen zur Muldner Hütte bei Freiberg, nach *Rammelsberg*, gelb, parallelfasrig, von starkem Glanze; spec. Gew. = 4,02, zuweilen von der Form sechsseitiger Prismen. 2) Desgl., nach *Lampadius*.

Rohofenblume. Die sogenannte Rohofenblume, der an der Brust der Rohöfen sich absetzende weisse Beschlag, besteht im Wesentlichen aus Zinkoxyd, enthält aber zuweilen schwefelsaures und kohlen-saures Bleioxyd, gemengt mit den Säuren des Antimons.

*Lampadius*³⁾ hat vorgeschlagen, die Ofenbrüche im rohen oder geröstetem Zustande mit Leinöl, Steinkohlentheer oder andern Zusätzen als Anstrichmittel anzuwenden.

¹⁾ *Rammelsb.*, Metall. p. 185.

²⁾ Nachrichten v. d. Götting. Univ. 1851. Nro. 16, p. 217. *Erdm.*, Journ. f. pr. Ch. LVI, 186.

³⁾ *Lampad.*, Fortschr. p. 246.

3) Ofenbrüche aus Kupferöfen von der verschiede-Zinkische Ofen-
 densten Zusammensetzung. In den Riechelsdorfer brüche aus
 Schieferschmelzöfen sublimiren sich Schwefel, arsenige Kupferöfen.
 Säure, Realgar, Bleiglanz und krystallinisch blättrige
 Zinkblende, welche letztere nach *Genth* ¹⁾ besteht aus:

Zn	Fe	Pb	Cu	Mn	Ca	Mo	S
57,51	4,08	2,79	1,06	0,55	1,06	0,15	31,89

Nach *Rammelsberg* ²⁾ kommt auf den Mansfelder
 Hütten ein Product vor, über dessen Bildung noch nichts
 Näheres bekannt ist; es sind prismatische, frei neben-
 einander stehende oder sich kreuzende Krystalle, im
 Bruche silberweiss ins Graue, körnig, glänzend, magne-
 tisch, theilweise mit Cu S bekleidet und zusammenge-
 setzt aus:

Fe	Cu	Co	Ni	Mo	S
63,23	12,69	8,22	Spr.	8,40	9,43

Auf der Leimbacher Hütte sind früher und auf Feldspath.
 Sangerhäuser Hütte im Mansfeld'schen im Jahre 1834
 zuerst Krystalle von Feldspath ³⁾ gefunden. Dieselben
 bildeten auf ersterer Hütte glasglänzende graue Vierlinge,
 auf Ofensteinmasse sitzend und davon durch eine dünne
 Schicht Bleiglanz getrennt, auf letzterer Hütte blassvio-
 lette, röthlichweisse oder durch Kohlen schwärzlich ge-
 färbte Krystalle in einiger Entfernung über der Form an
 der Formwand. Dieselben haben folgende Zusammen-
 setzung:

	Si	Al	Fe	Ca	Cu	Mn	Mg	K	Na
1.	64,533	19,200	1,200	1,333	0,266	—	—	—	—
2.	65,953	18,501	0,685	4,282	0,128	—	—	10,466	—
3.	65,03	16,84	0,88	0,34	0,30	0,36	0,34	15,26	0,65
4.	63,96	20,04	—	0,43	—	—	0,54	12,49	0,65

1 u. 2) von Sangerhausen, nach *Heine*. 3) Ebend., n. *Abich*.
 4) Von Leimbach, nach *Rammelsberg*.

¹⁾ *Erdm.*, Journ. f. pr. Ch. XXXVII, 193.

²⁾ Dessen Met. p. 229.

³⁾ *Pogg.*, Ann. XXXIII, 336; XXXIV, 531. *Rammelsberg*, Met. p. 233.
Hausm., Beitr. z. metall. Krystallkde. p. 42. *Leonh.* und *Bronn*,
 Jahrb. 1835. p. 31 u. 342; 1836, p. 47.

Magneteseisen.

Nach *Plattner*¹⁾ sind Octaeder von Magneteseisen in dem Fuchse eines Flammofens zu Muldner Hütte bei Freiberg gefunden worden, in welchem extrahirter Kupferstein mit noch geringem Kochsalzgehalte auf Schwarzkupfer verschmolzen war. *Cotta*²⁾ beschreibt die

Erzgänge.

Bildung von Erzgängen, welche beim Abbrechen eines Flammofens zur Muldner Hütte in dessen Sohle beobachtet wurde. Die in alle Fugen der Mauer und in die feinen Spaltungen der Steine eingedrungenen Schwefelmetalle waren auf den ersten Blick für Bleiglanz, Blende, Kupferkies, Buntkupfererz und Kupfer, zu halten. Neben krystallinisch-stänglichem Bleiglanze lag ein blumig blättriges (1) und ein kupferkiesähnliches Product (2), nach *Plattner* von folgender Zusammensetzung:

N ^o .	Cu	Pb	Fe	Sb	Ni	Ag	S
1.	41,928	38,600	0,367	0,655	—	1,100	17,400
2.	20,365	1,708	41,650	0,965	1,180	0,095	33,332

1) = $\dot{\text{Cu}}^9 \dot{\text{Pb}}^5$. 2) = $\dot{\text{Cu}} \dot{\text{Fe}} + \dot{\text{Fe}}, \dot{\text{Fe}}$.

Zinkofenbrüche.

4) Ofenbrüche aus Zinköfen. In den Ritzen der Zinkdestilliröfen finden sich zuweilen Krystalle von Zinkoxyd³⁾ und Cadmiumoxyd⁴⁾, letzteres wohl in deutlichen Octaedern mit untergeordneten Ikositetraeder-, Würfel- und Dodekaederflächen.

5) Ofenbrüche der Eisenhohöfen. Theils im Gestelle, theils im Schachte der Eisenhohöfen setzen sich mehr oder weniger krystallinische Verbindungen ab, unter andern:

Gichtschwamm.

a) Zinkische Ofenbrüche (Gichtschwamm), welche zuweilen aus reinem, in regulären sechsseitigen, gelben oder grünen, dem Grünbleierzee ähnlichen Säulen krystallisirten Zinkoxyde (Harzer Eisenhütten, Königshütte in Schlesien), öfters aber auch nur aus einem Gemenge von Zn, den Oxyden des Eisens und erdigen Theilen bestehen, und eine dichte, schaalige, gelblich- oder graulichgrüne

¹⁾ B. u. h. Ztg. 1852. p. 278.

²⁾ *Cotta*, Gangstudien. II, 1. — B. u. h. Ztg. 1852. p. 341.

³⁾ *Liebig*, Jahresb. 1852. p. 390.

⁴⁾ *Dingl.*, LV, 118.

bis schwarze Masse, zuweilen mit blättrigstrahligem Gefüge bilden.¹⁾ Formlose Kügelchen oder Blätter, bedeckt mit fast undurchsichtigen honiggelben rhomboidalen Krystallen fand *Haldat*. Auf der Ilsenburger Eisenhütte am Harze hat man die Bildung von Zinkblendekrystallen beobachtet. Die Zinkoxydkrystalle pflegen sich besonders gern auf der Rast und den untern Theilen des Schachtes, zuweilen aber auch an höheren Theilen abzusetzen. Man hat solche Ofenbrüche wie folgt zusammengesetzt gefunden:

	Zn	Fe	Pb	Ca	Al	Si	C	S	Erztheile
1.	74,9	13,9	0,8	1,7	—	2,5	—	—	—
2.	78,78	12,68	—	—	1,25	4,51	—	—	—
3.	80,10	—	—	—	—	—	4,20	Spr.	7,82

1) Derber Gichtschwamm, nach *Anthon*. 2) Desgl. von Hasselö, nach *Johnsen*. 3) Desgl. von Lauchhammer, nach *Lampadius*.

b) Graphit (Eisenschäum, Gaarschäum) bildet sich in krystallinischen Massen bei Erzeugung des grauen Roheisens, nach *Karsten* und *Hausmann*²⁾ wahrscheinlich unmittelbar aus einem dampfförmigen Zustande des C;³⁾ er erscheint dabei zuweilen in grossen schönen Krystallen in Blasenräumen des Eisens und der Schlacken und in Höhlen und Ritzen der Gestellsteine mit tropfenförmigem Eisen. *Sandberger*⁴⁾ fand denselben in ausgezeichnet schönen hexagonalen Tafeln in den Schlacken der Burger Eisenhütte bei Dillenburg.

Graphit.

Ueber die Zusammensetzung des Graphits sind die Ansichten noch getheilt. Früher hielt man ihn für eine Verbindung von C und Fe. *Karsten* fand jedoch im natürlichen Graphit oft nur wenig Fe; *Wehrle*⁵⁾ hält den

¹⁾ *Koch*, kryst. Hüttenpr. p. 24. *Hausmann*, in *Karst.*, Arch. 2. R. XVII, 784. *Erdm.*, Journ. f. pr. Ch. VII, 341. Bgwfd. XI, 615. *Hausm.*, Beitr. z. met. Krystallkde. p. 14.

²⁾ *Leonh.* u. *Bronn*, Jahrb. f. Min. 1837, p. 583.

³⁾ Ueber Bildung des Graphits. *Karst.*, Arch. 1. R. VIII, 45; XIII, 232; XV, 177; XVII, 118.

⁴⁾ Jahrb. d. nass. Ver. f. Naturkde. 1851. p. 131.

⁵⁾ Dessen Lehrbuch der Probir- und Hüttenkde. 2. Ausg. II, 19.

Graphit für eine Verbindung von Si und C, *Schafhäutl*¹⁾ für Kieselcarburet, verbunden mit Fe³ Si. Letzterer fand den Graphit wie folgt zusammengesetzt:

	C	Fe	Si	Si
1.	70,34	14,47	3,07	7,62
2.	85,45	9,50	4,93	—

1) Graphit in papierdicken, elastischen Blättchen von dunkelbläulicher Farbe. 2) Sehr glänzender Graphit in dünnen Blättchen.

c) Alkalische Salze. Der Gehalt der Asche²⁾, des Kalksteins und Eisensteins der Beschickung etc. an flüchtigen alkalischen Salzen giebt zur Absetzung von Chloralkalien. kalium und Chlornatrium in den oberen Theilen des Ofenschachtes, besonders da, wo sich die Rast ihm anschliesst, Veranlassung. Nach *Bunsen* und *Playfair*³⁾ enthielt das in dem Hohofen von Alfreton zur Verschmelzung kommende Eisenerz 0,743 % K, die Steinkohle 0,07% K; nach *Schramm*⁴⁾ und *Faist*⁵⁾ württemberg'scher Kalkstein kohlensaures- und salzsaures K und Na; nach *Eck*⁶⁾ zur Königshütte in Oberschlesien verschmolzener Thoneisenstein 0,11%, der Zuschlagskalkstein 0,177% und die Steinkohlen, aus denen die Cokes hergestellt waren, 0,001% K.

Chlornatrium und Chlorkalium kommen gemengt, sowohl derb als in Würfeln krystallisirt vor. Nach *Zinken*⁷⁾ fanden sich dieselben in dem Hohofen von Zorge und Rothehütte am Harze in der Gegend der Rast; *Koch*⁸⁾ entdeckte dieselben zu Zorge und Königshütte am Harze in Gesellschaft von Blei und Bleioxyd in bedeutender Menge auf der Rast, zu Rothehütte in Spalten und Rissen der Vorwand.

¹⁾ *Erdm.*, Journ. f. pr. Ch. XIX, 159.

²⁾ Bgwfd. V, 285,

³⁾ *Erdm.*, Journ. f. pr. Ch. XLII, 392.

⁴⁾ *Erdm.*, Journ. f. pr. Ch. XLVII, 440.

⁵⁾ Ibid. XLVII, 446.

⁶⁾ *Karst.*, Arch. 2. R. XXIV, 286.

⁷⁾ *Breislack's Geologie*, übersetzt von *Strombeck*. I, 367.

⁸⁾ *Koch*, Beitr. z. Kenntn. kryst. Hüttenpr. p. 83.

Nachdem Cyankalium zuerst von *Clark*¹⁾ in dem Cyankalium. Hohofen von Clyde bei Aberdeen in Schottland beobachtet worden, ist man auf seine Bildung aufmerksamer geworden und hat dieselbe in neuerer Zeit mehrfach nachgewiesen.²⁾ Sie findet bei Gegenwart von Kohle, Stickstoff (Luft) und Kali in hoher Temperatur statt, Bedingungen, welche im Gestelle des Eisenhohofens vorhanden sind. Das Salz wird in Dampfform verflüchtigt und tritt entweder durch die Gicht aus dem Ofenschachte oder unter der Ofenbrust hervor und setzt sich dann über derselben als weisses oder graues Pulver, mit mehr oder weniger Kohle und Erzstaub gemengt, ab. Wegen theilweiser Zersetzung in feuchter Luft besteht dasselbe meistens aus einem Gemenge von $K\ Cy$, $\bar{K}\ \bar{C}y$ und $\bar{K}\ \bar{C}$, auch enthält es bei Gegenwart von $\bar{K}\ \bar{C}$ gewöhnlich ein demselben entsprechendes Ammoniaksalz, sowie mehr oder weniger Kohleneisen beigemengt.³⁾

Bunsen und *Playfair*⁴⁾ haben die sehr reichliche Bildung dieses Salzes in englischen Hohöfen, *Zinken* und *Bromeis*⁵⁾ im Hohofen zu Mägdesprung am Harze, im Gestelle des ausgeblasenen Hohofens im Gemenge mit Kohle und Blei gefunden; *Eck*⁶⁾ in den Hohöfen zu Königshütte in Oberschlesien.

Der Hohofen zu Mariazell in Steyermark liefert nach *Redtenbacher*⁷⁾ Cyankalium für den Handel.

Nach *Bunsen's* und *Playfair's* Betrachtungen befindet sich das $K\ Cy$ innerhalb eines Raumes zwischen Form und Kohlensack, nach *Löwe* und *Redtenbacher* wird das-

¹⁾ *Pogg.*, Ann. XL, 315.

²⁾ *Berzelius*, Jahresber. 1846. p. 213. *Erdm.*, Journ. f. pr. Ch. XLI, 161, XLIX, 191, 351; LIV, 133. *Liebig*, Jahrb. 1850. p. 350. *Polyt. Centr.* 1852. p. 61. *Dingl.*, XCV. 93.

³⁾ Bgwfd. V, 285.

⁴⁾ *Erdm.*, Journ. f. pr. Ch. XI, 124; XXV, 246; XXXVIII, 197; XLII, 392.

⁵⁾ Bgwfd. IV, 289. B. u. h. Ztg. 1842. p. 69.

⁶⁾ *Karst.*, Arch. XXIV, 286.

⁷⁾ Ann. d. Ch. u. Pharm. XLVII, 150.

selbe auch in den Röhren gefunden, durch welche die Gase aus der Gicht streichen.

Titan.

d) Titan, entweder als rothe, derbe Masse, oder in kupferrothen Würfeln, sehr häufig in Drusenhöhlen mit Graphit und Kieselerde, gewöhnlich in Ofensauen und Spalten der Gestellsteine und wohl gar unter dem Gestellraume sich findend.

Das Vorkommen dieses Products ist schon seit 1822, wo *Wollaston* Titanwürfel auf englischen Hütten fand, bekannt, und mehrfach auch auf deutschen Eisenhütten beobachtet worden.¹⁾

Man hielt dasselbe früher für metallisches Titan, bis *Wöhler*²⁾ vor Kurzem gezeigt hat, dass es eine Verbindung von $\text{Ti Cy} + 3 \text{ Ti}^3 \text{ N}$ von folgender Zusammensetzung ist:

N ^o	Ti	N	C	Graphit
1.	77,26	18,30	3,64	0,92
2.	78,00	18,11	3,89	—

1) Gefunden. 2) Berechnet.

Die Bildung dieser Krystalle steht nach *Wöhler* mit der des K Cy in Verbindung, und dieselben wurden mikroskopisch beim Behandeln von Rutil und Blutlaugensalz bei Eisenschmelzhitze erhalten.

Nach *Zinken*³⁾ sind diese Würfel in erhöhter Temperatur flüchtig und für ein Sublimationsproduct zu halten. In neuerer Zeit ist dieses Product in ansehnlicher Menge beim Ausblasen des Hohofen zu Rübeland am Harze in den Sprüngen des Gestellsteins theils derb, theils krystallisirt gefunden und von *Blumenau*⁴⁾ beschrieben worden.

¹⁾ *Schweigg.*, Journ. XLI, 80; XLIV, p. 47. *Karst.*, Arch. IV, 351. *Karst.*, Arch. 1. R. IX, 524. *Pogg.*, III, 175. *Leonh. und Bronn*, Jahrb. 1837. p. 582. *Werner*, Darstellung von Ti aus Titaneisenschlacke. *Erdm.*, Journ. f. pr. Ch. XVI, 212.

²⁾ *Pogg.*, Ann. LXXVIII, 401. Ann. d. Ch. u. Pharm. LXXIII, 34. *Erdm.*, Journ. f. pr. Ch. L, 220.

³⁾ *Pogg.*, XXVIII, 160.

⁴⁾ *Polyt. Centr.* 1849, p. 36. *Bgwfd.* XII, 815.

*Sandberger*¹⁾ erhielt dasselbe aus dem Bodensteine der Hohenreiner Hütte bei Lahnstein.

Seitdem man auf den Harzer Hütten (Altenauer-, Königshütte etc.) statt der Sandsteingestelle Massengestelle anwendet, hat die Bildung dieses Körpers abgenommen.

Titanhaltige Eisenerze sind sehr strengflüssig, was nach *Scheerer*²⁾ vielleicht daher rührt, dass das Titan im unteren Schachtraum das zur Kohlung des Eisens so wirksame Cyan absorbiert und damit die obige Verbindung erzeugt. Wendet man beim Verschmelzen solcher Eisensteine eine gewisse Quantität Quarz und Kalk an, so gelingt der Prozess, indem sich ein schmelzbares Doppelsalz von titansaurem und kieselsaurem Kalke bildet. Kalihaltige Zuschläge würden von grossem Nutzen sein.

e) Kieselsäure (Eisenasbest, *Grignon's Eisen-* Eisenamyanth. amyanth), theils erdig, theils mit concentrischer, faseriger, seidenglänzender Absonderung, in kugeligen und traubigen Formen, gewöhnlich in der Gestellmasse und in den Eisensauen, entweder für sich oder mit Graphitblättchen oder Titankrystallen. Dieses Product bildet sich wahrscheinlich durch Zerlegung von Fluorsilicium und besonders von Schwefelsilicium³⁾, Si, in feuchter Luft. Man findet dasselbe in den Harzer⁴⁾ Hohöfen sehr häufig und es soll besonders dann entstehen, wenn in dem siliciumhaltigen Roheisen viel P und S enthalten ist, welche das Si ausscheiden und dadurch zu seiner Oxydation Veranlassung geben.

Nach *Schnabel*⁵⁾ bestand ein solcher Eisenamyanth von der Asberger Hütte in Westphalen mit 2,59 spec. Gewichte aus:

¹⁾ *Pogg.*, LXXXIII, 596.

²⁾ *Scheerer*, Met. II, 186.

³⁾ *Fremy* in *Dingl.* CXXV, 313.

⁴⁾ *Koch*, krystallinische Hüttenpr. p. 34. *Erdm.*, Journ. f. ök. u. techn. Ch, I, 112.

⁵⁾ *Pogg.*, Ann. LXXXV, 462.

Si	Al	Ca	Mg	Fe
98,13	1,24	0,46	Spr.	Spr.

*Prater*¹⁾ hat eine geschmolzene Verbindung von Si und C beobachtet. In einem englischen Hohofen ist künstlicher Asbest gefunden worden.²⁾

Magneteisen-
stein.

f) Magneteisenstein.³⁾ Eisen in der Weissglüh-
hitze der Flammöfen oder Schmiedefeuer verbrannt, bildet
oft schöne Krystalle von diesem Producte; desgl. erzeugt
sich dasselbe beim Rösten von Spatheisenstein, ferner an
den gusseisernen Platten, welche zur Abhaltung von Feuch-
tigkeit unter den Bodenstein des Gestells in Eisenhohöfen
gelegt werden, in Drusenräumen der Eisenhohofenschlacken,
wenn in Ritzen des Wallsteins flüssiges Roheisen ein-
dringt etc. Auch Eisenglanz ist von *Hausmann* im
Massengestelle des Altenauer Hohofens am Harze ge-
funden worden.⁴⁾

Eisenglanz.

Diese Krystalle haben mehr das Ansehen der Eisen-
glanzkrystalle von Elba, als der vom Vesuve und sind
wahrscheinlich aus einer geschmolzenen Masse hervor-
gegangen.

Feldspath.

g) Feldspath fand *Hausmann*⁵⁾ in schön ausgebil-
deten Krystallen von gelblich-, grünlich- oder graulich-
weisser Farbe in Höhlungen der Raststeine auf der Jo-
sephshütte bei Stollberg am Harze.

Bleiische Ofen-
brüche.

h) Metallisches Blei und bleihaltige Producte
finden sich nicht selten unter den Sohlsteinen der Harzer
Hohöfen, ferner Mennige und kieselsaures Bleioxyd
schön krystallisirt. *Nöggerath*⁶⁾ erhielt von der Asbacher
Eisenhütte, wo phosphorsäure- und bleioxydhaltige Eisen-
erze verschmolzen werden, wohlausgebildete sechsseitige

¹⁾ *Erdm.*, Journ. f. pr. Ch. XXVII, 318.

²⁾ *Bgwfd.* X, 349.

³⁾ *Leonh. und Bronn*, Jahrb. 1836. p. 372. *Koch*, krystall. Hüttenpr.
p. 17. *Hausm.*, Beitr. z. met. Krystallkde. p. 18.

⁴⁾ *Hausm.*, a. a. O. p. 18.

⁵⁾ *Hausm.*, a. a. O. p. 44. *Bgwfd.* X, 15. *Polyt. Centr.* 1850. p. 815.

⁶⁾ *Leonh. u. Bronn*, Jahrb. f. Miner. 1847. 1. Hft.

Prismen und knospenförmige Aggregate von Grünbleierz, auf den Mauersteinen aufsitzend.

i) Ein aus S, Fe, Mn, Si, Vd, Cr, Al bestehendes Product fand *Vogelgesang*¹⁾ auf der Friedrich-Augusthütte im Plauenschen Grunde. — Eine ebendasselbst nach dem Abstechen des Eisens nachlaufende Masse, stark funkensprühend und sehr hitzig, feinkörnig, spröde, dunkelspeissgelb auf frischem Bruche, enthält nach *Kersten*²⁾ S = 28,12, Fe = 70,51 und kleine Mengen Mn, Si, Cr, Vd.

k) Gichtrauch, Gichtsand (siehe §. 99, Nr. 2, beim Flugstaub).

§. 98. Geschur und Gekrätz. Hierunter versteht man allerlei beim Schmelzen gesammelte metallische Abfälle, Gemenge von dem auszubringenden Producte mit Schlacken oder andern Zwischenproducten, welche während eines unregelmässigen Ofenganges, oder beim Ausschuren der im guten Gange gewesenen Oefen erhalten werden.

Diese Producte werden entweder ohne Weiteres wieder in die Schmelzarbeiten zurückgegeben, oder zuvor aufbereitet und zu Schlieg (Krätzschlieg) gezogen.

Es gehören hierher hauptsächlich die von Blei-, Zinn-, Kupfer- und Silberöfen erfolgenden Geschurmassen, die Saigerkrätze, Pickschiefer, die Saigerdörner, Zinnpausche, die Eisensauen und Härtlinge u. dgl. m.

Nachstehende zuverlässige Analysen derartiger Hüttenabfälle sind bekannt geworden:

1) Eisensauen, Bühnen, Wölfe, Härtlinge, Eisensauen und Härtlinge. welche sich hauptsächlich beim Verschmelzen eisenreicher Zinn-, Blei- und Kupfererze oder Kupferhüttenproducte, der Roherze etc. über Schachtöfen entweder in Folge einer fehlerhaften Beschickung oder aus andern Ursachen auf der Sohle des Ofens auflegen und gewöhnlich aus einem Gemenge von Eisen (Kohleneisen, Phosphoreisen, Kieseisen) und andern Metallen (Pb, Ni, Co, Zn, Cu, Mo, Au, Ag etc.) bestehen, sehr häufig aber auch Schwefel-, Antimon- und Arsenmetalle beigemengt enthalten.

¹⁾ B. u. h. Ztg. 1843. p. 601. 1844. p. 841.

²⁾ *Pogg.*, Ann. LIX. 121.

Dieselben werden entweder abgesetzt, oder wieder in den Schmelzprozess zurückgegeben, oder für sich weiter verarbeitet. ¹⁾

Nr.	C	S	P	As	Si	Mo	Fe	Ni	Co	Cu	Mn	Sn	Zn	Al	Si	Wo
1.	0,38	2,06	1,25	1,40	0,35	9,97	76,77	1,15	3,25	3,40	0,02	—	—	—	—	—
2.	0,48	0,92	2,27	2,47	0,39	10,19	74,60	1,28	3,07	4,32	0,01	—	—	—	—	—
3.	1,42	0,09	6,04	—	—	9,13	73,26	4,63	0,77	1,79	—	—	—	—	—	—
4.	1,31	0,46	4,58	—	—	27,33	57,68	5,50	—	2,49	—	—	—	—	—	—
5.	0,87	0,59	3,51	—	—	28,49	57,91	3,42	0,67	2,45	—	—	—	—	—	—
6.	1,12	0,31	0,04	—	1,28	6,98	84,24	—	2,85	4,52	—	—	—	—	—	—
7.	0,73	0,59	1,04	—	2,98	—	86,64	—	3,61	5,19	—	—	—	—	—	—
8.	—	6,80	—	—	—	—	42,17	—	—	49,85	—	—	1,14	—	—	—
9.	—	1,20	—	—	—	—	64,82	—	—	32,88	—	—	0,02	0,72	1,58	—
10.	—	1,24	—	—	9,03	—	88,51	Bi=0,85	—	—	—	—	—	—	—	—
11.	0,95	—	—	1,45	—	—	61,50	—	—	—	—	30,50	—	3,51	—	0,90
12.	—	—	—	—	—	—	62,6	—	—	—	—	31,4	—	2,4	—	1,6
13.	0,73	Spr.	—	—	0,83	—	76,30	Vd=0,12	19,90	—	—	Schlacke	—	0,43	—	—
= 3,33																

1—5) Eisensauen aus den Mansfelder Kupferschieferöfen. 1) u. 2) Nach *Stromeyer*. ²⁾ 3—5) Nach *Heine*. 6) u. 7) Riechelsdorfer Eisensauen, nach *Genth* ³⁾. Auch *Bunsen* ⁴⁾ hat die Riechelsdorfer Eisensauen untersucht. 8 u. 9) Eisensauen vom Fahluner Schwarzkupferschmelzen, n. *Sefström* ⁵⁾. 10) Eisensauen von der Verschmelzung alter Thurmhöfer Rohschlacken auf der Muldner Hütte bei Freiberg, nach *Plattner*. ⁶⁾ 11) Härtlinge (Hartbruch) aus Altenberger Zinnöfen, nach *Lampadius*. 12) Desgl., n. *Berthier* = Fe⁴ Sn. 13) Eisensau (kupferige Luppe) von *Perm*, nach *Coubine*.

Saigerdörner.

2) Producte vom Saigern oder Pauschen.

Nr.	Fe	Sn	Wo	As	Cr	Cu	Schlacke
1.	24,13	64,51	4,87	—	—	0,70	5,30
2.	25,3	69,4	1,0	—	—	—	4,3
3.	55,6	36,2	Spr.	0,6	4,0	—	—

1) Saigerdörner (Zinnpauische) von Altenberg, nach *Lampadius*. 2) Desgl., nach *Berthier* = Fe³ Sn⁴. 3) Saigerdörner von St. Austle in Cornwallis, nach dems.

¹⁾ B. u. h. Ztg. 1853. p. 486.

²⁾ *Pogg.*, XXVIII, 551. *Erdm.*, Journ. f. pr. Ch. IX, 177.

³⁾ *Erdm.*, Journ. f. pr. XXXVII, 193. *Bgwfd.* X, 313.

⁴⁾ *Hausm.*, Stud. IV, 377.

⁵⁾ *Erdm.*, Journ. f. ök. Ch. III, 300.

⁶⁾ Kalender f. d. sächs. B. u. Hüttenm. 1839. p. 104.

§. 99. Flugstaub, Hüttenrauch, Fluggestübbe, Entstehung des Flugstaubes.
 Hüttenrauch. Bei Röst- und Schmelzprozessen werden durch die Zug- und Gebläseluft feine Erz- und Kohlen- theilchen aus den Oefen mit fortgerissen, welchen sich Metaldämpfe, meist im oxydirten Zustande, beigesellen. Die verflüchtigten Substanzen setzen sich in den mit den Oefen in Verbindung gebrachten Essen oder Flugstaub- kammern theils als Pulver ab, theils backen sie zusammen und bilden mehr oder weniger geflossene Massen, theils entweichen sie in die Luft und üben auf die Vegetation der Umgegend eine sehr schädliche Wirkung aus.¹⁾ Als unschädliche Bestandtheile sind zu bezeichnen: Kohlen- säure, Kohlenoxydgas, Wasserdampf, Russ, Kohlenwasser- stoff, Stickstoff und Schwefeldampf, als schädliche dage- gen: Metalloxyde und deren Salze, als Bleioxyd, Zinkoxyd, Antimonoxyd, Arsenige Säure, kohlen- und schwefelsaures Blei- und Zinkoxyd, Chlorgas, Salzsäure, Schwefelsäure und schweflige Säure. Die schädliche Einwirkung dieser Dämpfe beruht darauf, dass theils die darin enthaltenen Säuren eine directe Vergiftung der Pflanzen bewirken (eine $\frac{1}{10000}$ schweflige Säure enthaltende Luft tödtete nach *Turner*²⁾ innerhalb 48 Stunden alle Blätter einer Pflanze), theils dass die Metaldämpfe vom Boden aufge- nommen werden und, namentlich das Bleioxyd, mit den Humusbestandtheilen der Ackererde, welche zur Ernäh- rung der Pflanzen dienen, unlösliche Verbindungen ein- gehen, wodurch der Humus als solcher allmählig aus dem Boden verschwindet. Auch auf den thierischen Organis- mus wirkt der Hüttenrauch, und namentlich dessen Bleige- halt, ausserordentlich schädlich ein, indem kein metallisches Gift in seiner Langsamkeit und Dauer, aber Sicherheit der Wirkung vom Blei übertroffen wird, wofür die chro-

Bestandtheile
des
Flugstaubes.Schädliche
Wirkung des
Hüttenrauches
auf die Vege-
tation.Schädliche
Wirkung des
Hüttenrauches
auf den thieri-
schen Organis-
mus.

¹⁾ *Rettstadt*, über die Einwirkung des Rauches der Silberhütten im Oberharze auf die Waldbäume und den Forstbetrieb. Allgem. Forst- u. Jagd-Ztg. 1845. p. 132. — *Stöckhardt*, über die Einwir- kung des Rauches der (Freiberger) Silberhütten auf die be- nachbarte Vegetation. Bgwfd. XIII, 609; B. u. h. Ztg. 1850. p. 344. — *Kerl*, Oberh. Hüttenpr. 1852. p. 94.

²⁾ *Karst.*, Arch. XII, 296; *Erdm.*, J. f. ök. u. techn. Ch. XV, 2 6.
Kerl, Hüttenkunde.

nische Bleivergiftung der Hüttenarbeiter, die sogenannte Hüttenkatze (*Tabes saturnina*), dieser allgemeine Austrocknungs- und Verschrumpfungsprozess, spricht.¹⁾ In der Luft vertheilte arsenikalische Dämpfe wirken, falls nicht gleichzeitig schwefligsaure und Bleidämpfe im Spiele sind, auf den thierischen und vegetabilischen Organismus ungleich milder ein, als weisser Arsenik in Substanz oder als Staub oder Auflösung.²⁾

Die beim Rösten von Schwefelungen aufsteigenden undurchsichtigen weissen Dämpfe verdanken ihre Beschaffenheit nach *Le Play*³⁾ einem bedeutenden Gehalte an Schwefelsäure und der Anwesenheit von Wasserdämpfen. Nach Andern bestehen diese Dämpfe aus wasserabsorbirender schwefliger Säure.

Analysen von
Rauch.

1) Rauch vom Verschmelzen der Silber-, Kupfer-, Blei- und Zinnerze in Schächtföfen. Derselbe besteht hauptsächlich aus Metalloxyden (Pb, Zn) und deren kohlen-sauren und schwefelsauren Salzen; bisweilen sind Erztheile beigemengt.

N ^o	Pb	Pb S	Äs	Fe	Zn	Sn	Bi	Ca C	C	S	Si	S	Pb
1.	27,9	13,0	2,1	—	49,5	—	—	—	7,0	—	—	—	—
2.	10,0	47,0	—	—	10,0	—	—	—	—	—	33,0	—	—
3.	66,5	—	1,1	3,0	12,0	—	—	—	—	17,0	—	—	—
4.	3,7	13,0	1,5	13,0	3,1	—	—	—	—	—	—	8,9	55,4
5.	1,5	—	—	—	95,0	—	—	—	—	—	1,5	—	—
6.	80,1	9,0	4,1	—	—	—	—	2,8	—	—	4,9	—	—
7.	—	—	9,88	—	—	79,43	10,13	—	—	—	—	—	—

- 1) Flugst. aus den Halbhohöfen der Muldner Hütte zu Freiberg.
 2) Absätze an dem äussern Theile der Krummöfen zu Pontgibaud.
 3) Rauch vom Gewölbe der ersten Verdichtungskammer zu Pontgibaud. 4) Desgl. aus der Ventilator-kammer. 5) Sublimat von der Vorwand der Halbhohöfen von der Halsbrücke bei Freiberg.
 6) Desgl. von Pontgibaud. 7) Desgl. von der Ofenbrust eines Altenberger Zinnofens.

¹⁾ *Brockmann*, über die Bleikrankheiten der Hüttenarbeiter in *Hol-scher's Ann.* II, 556; *Brockmann*, die metallurgischen Krankheiten des Oberharzes. Osterode 1851.

²⁾ *Bgwfd.* XIII, 619; *Pogg.* XIV, 499, 506; XX, 488; *Erdm.*, J. f. pr. Ch. XLV, 122.

³⁾ *Le Play*, Waleser Kupferhüttenprozesse. 1851. p. 76.

Nach *Rivot* enthält der Rauch aus den Flugstaubkammern der Oberharzer Schliegöfen:

Geschwefelte Bestandtheile.								Oxydirte Bestandtheile.												
C	S	Asu.	Sb	Pb	Fe	Zn	Cu.	O	Asu.	Sb	Š	Pb	Ši	Pb	Zn	Fe	Ši	Ba	Š	Sand
2,5	7,8	0,5		34,8	1,0	1,0	7,7		2,5	2,8	2,9	18,0	1,5	4,5						12,3

Nach *Le Play* enthielt der Flugstaub aus einem englischen Flammofen zum Rösten der Kupfererze:

Cu	—	—	—	—	3,5
Fe	—	—	—	—	23,0
Ši, Al, Ca, Mg	—	—	—	—	55,5
As, C	—	—	—	—	19,0
					100,0

2) Flugstaub (Gichtsand, Gichtrauch) der Eisenhohöfen. Derselbe beschlägt den Gichtdeckel und das Tümpelblech weiss, besteht zum grossen Theil aus Kieselerde¹⁾, welche sich wahrscheinlich aus Schwefel- und Fluorsilicium beim Zusammentreffen mit der feuchten Luft abscheidet, und enthält neben Metalloxyden und Erden auch Kalisalze.²⁾ Vom Ursprunge des Kaligehaltes war pag. 266 die Rede.

Bodemann fand den Ofenrauch vom Gaargange des Altenauer Eisenhohofens am Harze zusammengesetzt aus:

Ši	Pb	Zn	Fe	Erden
26,6	10,5	14,2	48,7	

Aus dem Steinrenner Eisenhohofen im Harze behuf Benutzung zum Eisenpuddeln abgeleitete Gichtgase setzten da, wo sie mit den Windleitungsröhren in Berührung kamen, einen Beschlag ab, welcher nach *Bodemann* aus

Ši	Pb	Zn	Al	Ca	Mg	Fe	Mn	KCl
57,27	1,27	1,00	1,74	17,73	0,79	12,54	Spr.	8,22

bestand.

3) Rauch aus dem Treibofen, besteht hauptsächlich aus Pb und Pb C, enthält aber öfters Pb³ Šb, Pb³ As, Pb Š und Aschentheile.

¹⁾ Bgwfd. II, 472; *Dingl.*, CXXV, 313.

²⁾ Bgwfd. V, 287.

N ^o	Pb	Pb S	Äs	Šb	Zn	Bi	Ca C	C	Si	Thon
1.	88,2	9,0	0,3	4,4	—	—	3,7	—	3,4	—
2.	40,0	20,0	3,0	—	—	—	17,0	—	20,0	—
3.	71,2	—	17,8	—	—	—	—	5,0	4,6	—
4.	48,3	—	14,4	3,9	25,7	0,5	—	4,5	—	—

1) Von Pontgibaud vom Gewölbe bei der Glättgasse. 2) Desgl. aus dem Innern des Ofens. 3) Von Villefort. 4) Von Freiberg, nach *Lampadius*.

4) Flugstaub von der Röstung und Schmelzung der Silber-, Blei- und Kupfererze in Flammöfen, besteht meist aus einem Gemenge von mehr oder weniger vollständig abgerösteten Erztheilen, verschiedenen Metalloxyden, flüchtigen Metallsäuren (Äs, Šb), Metallsalzen (Pb C, Pb S, Pb Si, Pb³ Šb, Pb³ Äs, Cu S etc.) nebst Aschentheilen und (bei Anwesenheit von Na Cl in der Beschickung) auch aus Chloriden des Pb, Fe und Cu.

N ^o	Pb	Pb S	Äs	Fe	Zn	Pb C	Zn S	Pb S	Cu	Al	Si	Thon
1.	11,0	60,0	2,0	12,0	15,0	—	—	—	—	—	—	—
2.	—	39,0	1,5	—	2,7	35,0	2,3	4,5	—	—	13,2	—
3.	10,2	65,6	—	3,4	13,8	—	—	1,4	—	—	5,6	—
4.	42,6	39,0	—	—	—	—	—	—	—	—	17,4	—
5.	71,2	—	—	Spr.	—	—	—	—	0,2	7,2	20,6	—
6.	34,93	Sbu.Äs-	0,60	Fe 3,80	27,15	—	—	—	Ca 0,71	Mg 0,39	31,82	—

1) Flugst. vom Bleierzrösten zu Pontgibaud, nach *Berthier*. 2) Desgl. nach *Rivot*. 3) Desgl. von Alstonmoore, nach *Berthier*. 4) Geschmolzener Bleirauch von Conflans, nach *Berthier*. 5) Gesinterter Rauch der Schornsteine der Reverberiröfen zu Redruth, nach *Berthier*. 6) Gesinterter Rauch vom Luftheritzungsapparate eines Gasflamhofens zur Muldner Hütte bei Freiberg nach *Rammelsberg*.

Entstehung der Rückstände.

§. 100. Rückstände. Dieselben resultiren sowohl auf trockenem, als auch auf nassem Wege von Erzen etc., welchen ihr Metallgehalt theilweise oder fast ganz entzogen worden ist. Sie werden entweder abgesetzt oder noch weiterer metallurgischer Behandlung unterworfen. Es gehören z. B. hierher: die Rückstände von der Amalgamation, welche im noch nicht verwaschenen Zustande öfters geringe Mengen von Gold- und Silberamalgam in feinertheiltem Zustande, sowie auch Quecksilberchlo-

rür, Blei- und Kupferamalgam enthalten, im verwaschenen Zustande aber meist noch einen geringen Metallgehalt, namentlich an Ag und zuweilen an Au haben, zu dessen Gewinnung man sie noch weiter zu verarbeiten versucht hat; — die Rückstände von der *Augustin-* und *Ziervogel'schen* Silberextraction, die noch auf Kupfer verhüttet werden; — die Rückstände von der *Plattner'schen* Goldextraction, kommen zum Absatz; — die Rückstände von Destillations- und Sublimationsprozessen, die meist nicht zu weiterer Benutzung kommen. *Berthier* fand die Rückstände von der Zinkdestillation aus thönernen Röhren zu Lüttich (1) und Iserlohn (2) zusammengesetzt aus

Nr.	Zn	Si	Zn u. Zn	Fe u. Fe	Pb	Mn	C	Sand u. Thon
1.	57,5		8,6	10,0	Spr.	—	4,9	19,0
2.	—		51,2	2,6	2,0	0,4	—	43,4

Freiberger Amalgamirückstände enthalten nach *Kersten*

Si	Fe	Ba S	Pb	Al	Mn	Cu
56,90	33,12	2,10	2,08	1,72	1,55	0,84

§. 101. Schlacken. Man begreift hierunter die bei den meisten Schmelzprozessen erfolgenden glas- oder emaileartigen Abfälle, welche 1) durch Vereinigung der in einer Beschickung schon vorhandenen oxydirten electropositiven und electronegativen Körper (Basen und Säuren) entstehen, wie Eisenhohofen-, Bleierz-, Kupfererzschlacken etc., oder

Bildung der Schlacken.

Silicat-schlacken.

2) sich bei der Reinigung der Metalle durch Oxyda-Oxydschlacken. tion der fremden Beimengungen erzeugen, z. B. Kupfergaar-, Verblasen-, Eisenfrischschlacken etc. Bei Bildung dieser letzteren Schlackenarten, welche im Wesentlichen aus Oxyden bestehen, ist oft die solvirende Wirkung des Bleioxydes von Wichtigkeit. Dieses lässt sich mit Oxyden, die für sich leichtschmelzig sind, in fast allen Verhältnissen zusammenschmelzen, nimmt aber von den schwer-schmelzigen Oxyden nur gewisse Quantitäten auf.

Wichtiger als die Classe der Oxydschlacken ist die der Silicatschlacken. Es sind dies Verbindungen

Silicat-schlacken.

Fluor- und
Schwefel-
metalle in den
Schlacken.

der Kieselsäure mit Erden und Metalloxyden (Silicate), namentlich mit Ca, Mg, Ba, Al, K, Na, Fe, Mn, sowie mit den Oxyden derjenigen Metalle, welche durch den Schmelzprozess dargestellt werden sollen, z. B. Pb, Cu, Gu. Zuweilen gehen in diese Verbindungen Fluor- und Schwefelmetalle (Ca Fl, Ba, Ca) ein, z. B. beim Verschmelzen von Flussspath und Schwefelkies enthaltenden Eisenerzen, schwerspäthigen kalkigen und kiesigen Blei- und Roherzen etc.

Metallkörner
und Steintheil-
chen in den
Schlacken.

Auch finden sich in manchen Schlacken, z. B. in Kupferschlacken, in Folge unvollständiger Absonderung beim raschen Erkalten Metallkörner und Steintheilchen, und es pflegt nach *Le Play*¹⁾ in letzterem Falle die Kupferschlacke für eine gewisse Kupfermenge stets mehr Schwefel zu enthalten, als der gleichzeitig mit der Schlacke fallende Stein. Dieser überschüssige Schwefel soll in Einfach-Schwefeleisen vorhanden sein, welches in der Schlacke durch die Verwandtschaft des Eisenoxydulsilicats aufgelöst ist und damit eine bestimmte Verbindung, ein Eisensulphosilicat, bildet. Tritt an die Stelle von Kieselsäure Thonerde, so erhält man Aluminatschlacken, und es scheinen dabei 2 Atom Kieselsäure durch 3 Atome Thonerde vertreten zu werden. Auch betrachtet man wohl das Eisenoxyd als Stellvertreter der Kieselsäure.

Eisensulpho-
silicat.

Al und Fe als
Stellvertreter
der Si.

Chemische Con-
stitution der
Schlacken.

Die Schlacken wurden früher für Gemenge gehalten; die Untersuchungen von *Berthier*²⁾, *Bredberg*³⁾, *Mitscherlich*⁴⁾,

¹⁾ *Le Play*, Waleser Kupferhüttenprozesse. 1851. p. 101.

²⁾ Ueber das Verhalten verschiedener erdiger Substanzen und Salze zu einander bei erhöhter Temperatur. *Erdm.*, J. f. ök. u. techn. Ch. IV, 457; V, 273; VI, 106. *Karst.*, Arch. 1. R. VII, 323, 356.

³⁾ Versuch, die chem. Zusammensetzung der Schlacken zu bestimmen. *Karst.*, Arch. 1. R. VII, 248.

⁴⁾ Ueber die Schlackenbildung bei Schmelzprozessen. *Karst.*, Arch. 1 R. VII, 234.

*Plattner*¹⁾, *Rammelsberg*²⁾, *Sefström*³⁾, *Starbäck*⁴⁾ und *Winkler*⁵⁾ haben jedoch ergeben, dass die Schlacken chemische Verbindungen der Kieselsäure mit Basen (einfache Silicate) enthalten, welche sich mit einander in unbestimmten Verhältnissen vereinigt haben.

Wenngleich unter diesen Umständen Schlacken, die als Ganzes bestimmte Verbindungen sind, seltener und nur bei einfachen Silicaten und bei einer Ausscheidung in Krystallen vorkommen, so pflegt doch der Kieselsäuregehalt derselben und das davon abhängende Verhältniss zwischen dem Sauerstoff der Kieselsäure zu dem der Basen ein gewisses Maximum und Minimum (Tri- bis Subsilicate) nicht zu überschreiten.

Für den Hüttenmann ist es besonders wichtig, die Zusammensetzung einer Schlacke wenigstens in Betreff ihres relativen Kieselsäuregehalts kennen zu lernen, in dem davon hauptsächlich ihre Wirkung als Zuschlag bei Schmelzprocessen abhängt, ob sie nämlich im Stande ist, noch mehr Kieselsäure oder mehr Basen aufzunehmen. Bei einem und demselben Hüttenprozesse pflegen die Schlacken auf einer gewissen Silicirungsstufe zu stehen. Bei eintretender Abweichung in ihrer Zusammensetzung, namentlich in ihrem Kieselsäuregehalte, werden die physikalischen Eigenschaften derselben verändert und daraus lässt sich auf eine stattgehabte Unregelmässigkeit des Schmelzganges und auf die Mittel schliessen, welche zur Herstellung des normalen Ganges anzuwenden sind. Eine Schlacke ist dem Schmelzprozess, bei welchem sie fällt,

Die Kenntniss von der Zusammensetzung der Schlacken ist für den Hüttenmann von grosser Wichtigkeit.

¹⁾ Ueber die Bestimmung der Schmelzpuncte mehrerer Hüttenproducte etc. Eine Beilage zu *Merbach's* Anwendung der erhitzten Gebläseluft. 1840. p. 288. — *Plattner*, Löthrohrprobirkunst. 1853. p. 200.

²⁾ Beiträge zur Kenntniss der Eisenhohofenschlacken. *Pogg.*, LXXIV, 95; B. u. h. Ztg. 1848. p. 477.

³⁾ Ueber Schlackenbildung. *Erdm.*, J. f. ök. u. techn. Ch. X, 146, XV, 149.

⁴⁾ Versuch zur Bestimmung der Schmelzbarkeit der auf synthetischem Wege gebildeten Schlacken. *Karst.*, Arch. 1. R. XIV, 176.

⁵⁾ Erfahrungssätze über die Bildung der Schlacken. Freiberg 1827.

anpassend, wenn sie bei gleichartiger Beschaffenheit und angemessener Schmelzbarkeit die gehörige Absonderung der neben der Schlacke erzeugten Producte gestattet, zufolge ihrer Zusammensetzung auf diese weder zerlegend noch auflösend einwirkt und dieselben vor der schädlichen Einwirkung der Gebläseluft als Decke schützt.

Eigenschaften
der Schlacken.

Die Beschaffenheit der Schlacken, namentlich ihre Schmelzbarkeit, das Verhalten im geschmolzenen Zustande, ihr Aggregatzustand, die Zersetzbarkeit durch Säuren etc. hängt hauptsächlich von ihrem Gehalte an Kieselerde und Basen, und zwar in Betreff der letzteren ihrer Qualität und Quantität nach, ab.

Metallurgische
Nomenclatur für
Schlacken.

A. Die Beschaffenheit der Schlacken, abhängig von ihrem Kieselsäuregehalte. Hinsichtlich ihres relativen Kieselsäuregehaltes theilt man die Schlacken ein in Sub-, Singulo-, Bi- und Trisilicate. Während der Chemiker ein solches Silicat als ein neutrales betrachtet, in welchem der Sauerstoff der Kieselsäure das Dreifache von dem der Base beträgt (R Si , R Si^3), so nennt der Metallurg das Drittelsilicat des Chemikers, in welchem der Sauerstoffgehalt in Säure und Basen gleich ist, ein einfaches oder Singulosilicat ($\text{R}^3 \text{Si}$, R Si), und bezeichnet dann mit Bi- und Trisilicaten solche kiesel-saure Verbindungen, welche doppelt und dreimal so viel Sauerstoff in der Kieselsäure, als in den Basen ($\text{R}^3 \text{Si}^2$, R Si^2 und R Si , R Si^3), dagegen mit Subsilicaten Verbindungen, welche in der Kieselsäure weniger Sauerstoff als in den Basen enthalten ($\text{R}^6 \text{Si}$, $\text{R}^3 \text{Si}$).

Auch weicht die metallurgische Bezeichnung dieser Silicate durch Formeln von der des Chemikers ab. Es werden nämlich die Metalloxyde mit dem Anfangsbuchstaben des chemischen Symbols ihres Radikals bezeichnet. Dieses drückt dann gleichzeitig so viele Aequivalente des Oxydes aus, als erforderlich sind, um mit 1 Atom Kieselsäure = S ein Singulosilicat zu bilden. So bezeichnet $\text{C} = \text{Ca}^3$, $\text{M} = \text{Mg}^3$, $\text{B} = \text{Ba}^3$, $\text{A} = \text{Al}$, welche sämmtlich mit 1 Atom $\text{Si} = \text{S}$ ein Singulosilicat geben. Zahlen

zur Rechten des Symbols, oben oder unten, drücken die Anzahl der vorhandenen Atome aus, z. B. $B^2 = 6 \text{ Ba}$, $A^3 = 3 \text{ Al}$. Kommen zwei basengebende Oxydationsstufen eines und desselben Metalles vor, so unterscheidet man diese durch grosse und kleine Anfangsbuchstaben, z. B. $F = \text{Fe}$, $f = \text{Fe}^3$. So bedeutet die Formel $C S^2 + F S^2 = \text{Ca}^3 \text{ Si}^2 + \text{Fe Si}^2$.

Bei Aufstellung chemischer Formeln für die Schlacken aus ihrer Zusammensetzung sucht man die Kieselsäure so auf die einzelnen Basen zu vertheilen, dass einfache Silicate oder doch diesen sich nähernde Verbindungen entstehen, wobei zu berücksichtigen ist, dass die stärkern Basen von der Zusammensetzung R mehr Säure zur Sättigung erfordern, als die schwächern Basen von der Form R .

Chemische Formeln für Schlacken.

Nur in selteneren Fällen entspricht die Zusammensetzung einer Schlacke genau einer der obigen Silicirungsstufen, vielmehr kommen Gemenge von auf verschiedenen Silicirungsstufen stehenden einfachen Silicaten vor, z. B. Gemenge von Singulo- und Bisilicaten, von Singulo-, Bi- und Trisilicaten u. dgl. Höhere Silicirungsstufen, als Trisilicate, pflegen sich bei metallurgischen Prozessen nicht zu erzeugen. Bei einem Ueberschusse an Kieselsäure findet sich dieselbe entweder als solche in den Schlacken ausgeschieden, oder sie sättigt sich durch Aufnahme von Basen aus dem Ofengemäuer, in Folge dessen dasselbe ausgefressen wird.

Die Silicirungsstufe einer Schlacke lässt sich, was für den Hüttenmann sehr wichtig ist, an gewissen äussern Kennzeichen und namentlich durch das Verhalten im geschmolzenen Zustande ungefähr erkennen.

Äussere Kennzeichen der Schlacken.

1) Die Subsilicatschlacken, häufig von der Zusammensetzung $R^2 S = \text{R}^6 \text{ Si}$, erfordern zu ihrer Bildung eine geringere Temperatur, als die folgenden Schlackenarten, sind leichtschmelzig, fliessen sehr hitzig und dünn, erstarren aber sehr schnell, zerspringen dabei und zeigen

Verhalten der Subsilicatschlacken.

nach dem Erstarren bei einem dichten, fasrigen oder feinkörnigen ins Unebene übergehenden Bruche meist eine dunkle Farbe und halbm metallischen Glanz, und zwar letzteren immer, wenn die Basen hauptsächlich aus schweren Metalloxyden bestehen. Durch Salzsäure werden sie unter Abscheidung von gallertartiger Kieselsäure zersetzt. Derartige Schlacken nennt der Metallurg frisch. Es gehören hierher hauptsächlich die Schlacken vom Frischen des Roheisens.

Verhalten der
Singulosilicat-
schlacken.

2) Die Singulosilatschlacken, von der Zusammensetzung $R^3 \text{Si} = R \text{S}$, gehören noch zu den frischen Schlacken, wenngleich sie schon strengflüssiger und weniger dünnflüssig sind, als die Subsilicate. Sie erstarren schnell, zeigen halbm metallischen bis Glasglanz und werden von Säuren meist unter Abscheidung gelatinöser Kieselsäure zersetzt. Solche Schlacken erzeugen sich z. B. beim Bleierz- und Bleisteinschmelzen zu Sala, Freiberg und am Unterharze, in der ersten Periode des Eisenfrischens, beim Bleisteinschmelzen am Oberharz, beim Kupfererzschmelzen am Unterharze, beim Gaarmachen des Kupfers etc. Die Eisenfrischschlacken bedürfen nach *Plattner* zu ihrer Bildung 1431°C ; die Freiburger Bleischlacken 1460°C und, sind sie einmal gebildet, zum Schmelzen 1320°C .

Verhalten der
Bisilicat-
schlacken.

3) Die Bisilatschlacken, von der Zusammensetzung $R \text{S}^2 = R^3 \text{Si}^2$, bedürfen zu ihrer Bildung einer höheren Temperatur, als die vorhergehenden Schlackenarten, fließen träger und zäher, erstarren langsamer und zerspringen nicht beim Erkalten. Derartige Schlacken nennt man saiger. Sie sind, wenn sie nicht zu viel Eisenoxydul enthalten, wachsglänzend, oft glasig, durchscheinend, zuweilen krystallinisch oder zu Krystallen ausgebildet, werden von Säuren wenig zersetzt und lassen sich nur durch Schmelzen mit Alkalien gehörig aufschliessen. Es gehören zu dieser Classe z. B. die Schlacken von der Freiburger Roharbeit in Schacht- und Flammöfen, welche nach *Plattner* bei $1710\text{--}1730^\circ\text{C}$ sich bilden und bei $1330^\circ\text{--}1360^\circ\text{C}$ schmelzen; ferner die Kupfererz-

schlacken von Fahlun und vom Oberharz, die Oberharzer Bleiglanzschliegschlacken, die sächsischen Zinnschlacken, manche Eisenhohofenschlacken u. a. m.

4) Die Trisilicatschlacken, von der Form $R S^3 =$ Verhalten der
Trisilicat-
schlacken.
 $R Si$, sind sehr saiger, fliessen zähe wie Glas, lassen sich zu Fäden ziehen, erstarren sehr langsam, haben nach dem Erstarren ein glasartiges Ansehen und muschligen Bruch, sind durchsichtig oder emailartig bei verschiedener Färbung und hart, werden von Säuren nicht zersetzt, bedürfen zum Aufschliessen des 3—4fachen Gewichts kohlenaures Alkali und erzeugen sich nur bei den höchsten Temperaturen, z. B. in Eisenhohöfen, beim Versuchsschmelzen von Oberharzer Bleierzen in einem nach Art der Eisenhohöfen zugestellten Schachtofen mit Rast etc. Nach *Plattner* bilden sich diese Schlacken bei 1870—1880°C und schmelzen bei 1430—1450°C.

Je höher sich die Basen in den Schlacken siliciren können, desto reinlicher geht gewöhnlich die Arbeit im Ofen; basische Schlacken erstarren leicht und bilden Ansätze im Schmelzraume.

Zuweilen enthalten die Schlacken (Kupfer- und Bleischlacken) Quarz sichtbar beigemengt. Wenngleich in den Höhlungen und Klüften dieser Quarzbruchstücke leicht metallische Theile zurückbleiben oder durch dieselben Veranlassung zur Bildung schwammiger Schlacken, welche leicht metallische Theile zurückhalten, gegeben wird, so ist doch gewöhnlich der hierdurch herbeigeführte Nachtheil geringer als der, welcher daraus hervorgeht, wenn man die Quarzkörner vollständig schmelzen wollte. Um dies zu erreichen, müsste man die Dauer der Schmelzcampagne bedeutend verlängern und eine grosse Quantität starker Basen (Eisenoxydul, Kalk) zuschlagen, wodurch die Schmelzkosten und Metallverluste durch den Einfluss der Masse vermehrt werden würden. Durch einen solchen Zuschlag von Eisenoxydul würde aber auch das specifische Gewicht der Schlacke so bedeutend zunehmen, dass es von dem des Steines sich nur wenig unterschiede,

Quarz in
Schlacken.

wodurch der Absonderung desselben entgegengewirkt würde.

Wenngleich das Verhalten der Schlacken beim Fliesen und Erstarren das richtigste Kennzeichen für ihren Silicierungsgrad giebt, so hat der Hüttenmann doch auch andere äussere Merkmale, als Farbe, Glanz, specifisches Gewicht, Structur, verschiedene Grade der Durchsichtigkeit u. a. nicht ausser Acht zu lassen. Ihrem Aeussern nach sind die Schlacken entweder amorph (glasig, emailartig, steinig, erdig) oder krystallinisch. Ist eine Schlacke vollkommen durchsichtig, im Bruche muschlig und scharfeckig, glasglänzend, so pflegt sie reich an Kieselsäure zu sein; hat sie das Ansehen eines vollkommen geschmolzenen, durchscheinenden, aber etwas emailähnlichen Glases, so ist gewöhnlich das Erdenverhältniss gut getroffen; ist die Schlacke steinig und trocken, mit rauhem Bruche, oder ist sie halbdurchscheinend und zeigt Wachsglanz, dabei aber einen dichten etwas krystallinischen Bruch, so ist sie von basischer Beschaffenheit; bei bedeutend vorwaltendem Erdengehalte wird der Bruch erdig und die Schlacke hat wenig Zusammenhang.

Amorphe und
krystallinische
Schlacken.

Ausser diesen drei Zuständen kommen alle möglichen Zwischenglieder vor, und erleiden dieselben verschiedene Abänderungen, je nachdem die Schlacke mehr oder weniger schwere Metalloxyde enthält.

Die glasigen Schlacken, welche als Gemenge zu betrachten sind, gehen bei langsamer Abkühlung öfters in einen steinigen oder krystallinischen Zustand über, zuweilen scheiden sich aus der glasigen Grundmasse deutliche Krystalle aus.¹⁾ Oft zeigen glasige oder emailartige Schlacken einen steinigen Kern. *Reaumur's* Entdeckung, dass Glas sich in lang anhaltender Hitze in eine steinige Masse umwandelt (sich entglast), *d'Artigues* Beobachtungen über die Entglasung des Glases, die Versuche von *Hutton* und *Hale* über die durch Schmelzung der Laven und Trappgesteine erzeugten steinigen und glasigen Pro-

¹⁾ Einfluss des Temperaturwechsels auf das äussere Ansehen der Hohofenschlacken. *Erdm.*, J. f. ök. u. techn. Chemie. IV, 112.

ducte und die von *Fuchs* hervorgehobenen Unterschiede zwischen dem amorphen und krystallinischen Zustand haben wichtige Beiträge zur Kenntniss des Aggregatzustandes der Schlacken geliefert.

Die steinigen Schlacken sind theils Gemenge, theils chemische Verbindungen, die krystallinischen und krystallisirten Schlacken stets von letzterer Beschaffenheit. Nach der dermaligen Kenntniss, welche wir von den krystallisirten Schlacken haben, geben dieselben ein bestimmtes Anhalten zur Beurtheilung des Ofenganges nicht, und ihre an dem Oxyde des auszubringenden Metalles oft reiche Zusammensetzung liefert einen Beweis für die Unrichtigkeit der Ansicht, dass bei metallurgischen Prozessen die Bildung von krystallinischen Schlacken mit constanter Zusammensetzung erstrebt werden müsse. *Rammelsberg*¹⁾ hat bei Untersuchung der Mägedsprunger Hohofenschlacken gefunden, dass die glasige Grundmasse dieselbe chemische Verbindung ist, wie die inliegenden krystallinischen und krystallisirten Parthieen; oft sind die Krystalle strengflüssiger als die Grundmasse. Dagegen ist die Bildung krystallisirter Schlacken wichtig für die Geologie, für die Entstehung von Mineralien, deren Form und Zusammensetzung manche Schlacken haben, z. B. Krystallisirte Schlacken wichtig für die Geologie. die der Pyroxensubstanz²⁾ $(\text{Ca}, \text{Mg}, \text{Fe}, \text{Mn}, \text{Na})^3 (\text{Si}, \text{Al})^2$ — nämlich des Wollastonits³⁾ $\text{Ca}^3 \text{Si}^2$, des Diopsids⁴⁾ $(\text{Ca}, \text{Mg})^3 \text{Si}^2$, des Augits⁵⁾ $(\text{Ca}, \text{Mg}, \text{Fe})^3 (\text{Si}, \text{Al})^2$ —, des Glimmers⁶⁾ $\text{K Si} + \text{Al Si}^{2-4}$, des Idokras⁷⁾ $3 (\text{Ca}, \text{Mg}, \text{Fe})^3 \text{Si} + 2 (\text{Al}, \text{Fe}) \text{Si}$, des Humboldttiliths⁸⁾ $2 (\text{K}, \text{Na},$

¹⁾ *Pogg.*, LXXIV, 101. Bgwfd. X, 45, 74; XII, 546.

²⁾ *Erdm.*, J. f. pr. Ch. XX, 501

³⁾ *Leonhardt*, Jahrb. 1837. p. 588.

⁴⁾ Bgwfd. XV, 463.

⁵⁾ *Leonh.*, Basalte II, 493; *Leonh.*, künstlicher Augit. Stuttg. 1853.

⁶⁾ *Berzelius*, Jahresber. IV, 249.

⁷⁾ *Leonh.*, Jahrb. 1837. p. 587; 1839. p. 191; Bgwfd. X, 45.

⁸⁾ *Hausm.*, Beitr. zur metallurg. Krystallkunde. p. 57.

$\text{Mg, Ca})^3 \text{Si} + (\text{Fe, Al}) \text{Si}$, des Chrysoliths¹⁾ $(\text{Mg, Fe})^3 \text{Si}$, des Fayaliths²⁾ Fe Si , des Feldspaths³⁾ $(\text{K, Na, Ca, Mg}) \text{Si} + \text{Al Si}^3$.

Farben der
Schlacken.

Die Farben der Schlacken rühren vorwaltend von Metalloxyden und Schwefelverbindungen her, und es verursachen kleine Aenderungen, die kaum durch eine genaue Analyse zu erörtern sind, dabei nicht selten bedeutende Modificationen oder gänzliche Verschiedenheiten. Porzellanartige Schlacken sind meist weiss, perlgrau, blau, grün, roth; glasige Schlacken grau, gelb, violett, grün, blau, braun und schwarz; krystallinische Schlacken weiss, grau, gelb, grün, braun, schwarz. Eisen verursacht grüne und schwarze Farben, Mangan violette und gelbe, Kupferoxydul rothe; mehrere Metalloxyde zusammen die verschiedensten Nüancen, ja selbst ein Metalloxyd (Fe, Mn) vermag nach *Bontemps*⁴⁾ unter gewissen Umständen, z. B. bei verschiedenen Temperaturen, verschiedene Färbungen hervorzubringen. Schwefel und Titan in grösserer Menge geben schwarze Farben und nebenbei verursacht letzteres bisweilen kupferrothe Häutchen. Bunt angelaufene Schlacken pflegen auf einen bedeutenden Gehalt an Eisen- und Manganoxydul zu deuten. Blaue Färbungen stammen von Phosphorsäure, Titan, Vanadin, Molybdän, einer Bildung von Ultramarin etc. her oder beruhen auf einer eigenthümlichen Anordnung der kleinsten Theile (s. §. 101. VIII.)

B. Beschaffenheit der Schlacken, abhängig von der Qualität und Anzahl der in denselben vorhandenen Basen.

Schmelzbarkeit
der einfachen
Silicate.

Nach *Plattner*⁵⁾ sind im Allgemeinen einfache Silicate strengschmelziger, als Doppelsilicate, und zwar sind von

¹⁾ *Schweigg.*, Jahrb. IX, 77; *Leonh.*, Basalte II, 495; B. u. h. Ztg. 1854. p. 113; *Hausm.*, Beitr. p. 20.

²⁾ *Hausm.*, Beitr. p. 21.

³⁾ *Hausm.*, Beitr. p. 42.

⁴⁾ *Erdm.*, J. f. pr. Ch. XLIX, 175.

⁵⁾ *Merbach*, Anwendung der erhitzten Gebläseluft im Gebiete der Metallurgie. 1840. p. 288. — *Bodem.*, Probirkunst. 1845. p. 349.

ersteren am strengschmelzigsten die Thonerdesilicate (bei 2400°C sich bildend), dann folgen die Silicate der Talkerde (bei 2200—2250°C) der Baryterde, (bei 2100—2200°C), der Kalkerde (bei 2100—2150°C), des Eisen- und Manganoxyduls (bei 1789—1832°C). Die Silicate des Manganoxyduls scheinen von denen des Eisenoxyduls nicht sehr abweichend zu sein. Kupferoxydulsilicate sind strengschmelzender, Bleioxidsilicate weit leichtschmelzender (bei 1107°C), am leichtschmelzigsten aber die Silicate der Alkalien. Die Silicate des Zink-, Eisen- und Zinnoxides sind unschmelzbar. Die Bi- und Trisilicate der einzelnen Erden sind leichtschmelziger, als die Singulo- und Subsilicate, die Bi- und Trisilicate der Kalk- und Baryterde am leichtschmelzigsten, weniger die der Magnesia, noch weniger die der Thonerde. Der Thonerdegehalt darf in den Schlacken nicht wohl über 15 % betragen, der Magnesia-gehalt kann bis 25 % steigen. Diejenigen Basen, welche zur vollkommenen Sättigung der Kieselsäure in grösster Menge aufgenommen werden, geben die im Sättigungspuncte leichtflüssigsten Schlacken. Aus diesem Grunde wendet man als Zuschlag bei Schmelzprozessen mehr Kalkerde an, als jede andere Erde.

Von den Doppelsilicaten sind am schwerschmelzigsten die der Baryt- und Kalkerde (bei 2100° sich bildend), dann folgen die der Baryt- und Thonerde (bei 2050°C), der Kalk- und Talkerde (bei 2000°C), der Kalk- und Thonerde (bei 1918—1950°C). Von den Silicaten der Thonerde und Kalkerde, welche bei metallurgischen Prozessen am häufigsten vorkommen, hat *Bodemann* die leichtflüssigste Schlacke bei einem Verhältniss der Erden von 56 % Si, 30 % Ca und 14 % Al, entsprechend der Zusammensetzung $\text{Ca}^3 \text{Si}^2 + \text{Al Si}^2$, erhalten. Im Allgemeinen pflegen bei zusammengesetzten Silicaten die Sub- und Singulosilicate leichtflüssiger zu sein, als die Bi- und Trisilicate.

Treten zu den Doppelsilicaten der Erden noch Alkalien oder schwere Metalloxyde hinzu, so wird die Schlacke leichtschmelziger und es gilt in dieser Beziehung der

Grundsatz, dass Silicate aus je zwei Erden oder Metalloxyden durch ein geeignetes hinzutretendes drittes oder viertes Silicat leichtschmelziger werden. So lassen sich z. B. die unschmelzbaren Zink-, Eisen- und Zinnoxysilicate bei Zutritt von Thonerde-, Kalk- und Eisenoxydulsilicaten schmelzen. Gehen in die Schlacken Schwefelmetalle (Ba, Ca) ein, so pflegen sie auch leichtschmelziger zu werden.

Die Temperatur, welche zur Bildung zusammengesetzter Silicate aus den einzelnen freien Erden erforderlich ist, liegt beträchtlich höher, als die Temperatur, bei welcher bereits gebildete Silicate wieder in Fluss kommen. Da die bei Schmelzprozessen fallenden Schlacken seltener aus den einzelnen freien Bestandtheilen zusammengeschmolzen werden, sondern meist theils aus zugeschlagenen bereits früher gebildeten Silicaten, theils aus in den Erzen etc. in oft mannigfacher Verbindung enthaltenen Oxyden entstehen, so fällt die Temperatur, welche zur Bildung der neuen Schlacken erforderlich ist, zwischen den Schmelzpunct derselben und die Temperatur, welche nöthig sein würde, diese neue Schlacke aus den einzelnen einfachen Körpern zu bilden. Strengflüssige Schlacken, welche stets einen mangelhaften Ofengang anzeigen, entstehen entweder bei Mangel an hinreichender Temperatur oder bei unzweckmässiger Zusammensetzung der Beschickung, wenn zu viel Kieselerde und zu wenig Basen, oder umgekehrt, vorhanden sind, oder wenn unter den letzteren Thonerde und Magnesia sehr überwiegen. Solche Schlacken erkennt man an ihrer steifen Beschaffenheit, dem erdigen und halbgeschmolzenen Ansehen, an den vorhandenen Höhlungen und Blasenräumen. Dagegen ist die Beschickung zweckmässig gewählt, wenn die Schlacke bei guter Consistenz möglichst metallfrei ist und für eine gegebene Menge Brennmaterial das Maximum von Erz genommen werden kann.

Anwendung der
Schlacken.

Die Anwendung der Schlacke ist eine mehrfache, nämlich

Als Schmelzzu-
schlag.

1) als Zuschlag bei Schmelzprozessen, und beruht dieselbe

a) auf deren Vermögen, je nach ihrer Acidität noch Kieselsäure oder Basen aufzulösen. Wird z. B. eine aus schwer und leichter reducirbaren Oxyden (Fe, Cu, Mn, Co, Pb) bestehende Beschickung mit einer hinreichenden Quantität saurer Schlacken einem reducirenden Schmelzen bei nicht zu hoher Temperatur unterworfen, so werden die Oxyde der zuerst genannten Art (Fe, Mn, Co) von der Schlacke aufgelöst, während die der letzteren Art (Cu, Pb) sich reduciren. Bei Mangel an Schlacken wird auch ein Theil der ersteren Oxyde reducirt. Liegt der Schmelzpunct derselben nicht zwischen den betreffenden leicht und schwer reducirbaren Oxyden, so werden entweder erstere verschlackt, — wenn die Schlacke früher schmilzt, als sie sich reduciren —, oder letztere werden, wenn die Schlacke zu strengflüssig ist, theilweise reducirt. Um den Schmelzgang entsprechend abzuändern, ist es erwünscht, wenn auf den Hütten saure (saigere) und basische (frische) Schlacken zu Gebote stehen.

b) auf der Eigenschaft, im geschmolzenen Zustande ein Medium abzugeben, in welchem die zerstreuten Theilchen der ausgebrachten Metalle, Schwefelungen etc. zusammenfliessen und dann diese Producte als Decke gegen die schädliche Einwirkung des Feuers und der Luft zu schützen.

c) darauf, dass die Schlacken in Schachtöfen das Durchlaufen der Schliege verhindern, als Auflockerungsmittel dienen, strengflüssige Bestandtheile der Beschickung (z. B. Zinkblende, Quarz) mechanisch einhüllen und aus dem Ofen führen, auch dadurch, dass sie leichter in Fluss kommend, und die übrigen Schmelzmassen zum schnelleren Schmelzen fortreißen.

d) auf der Gewinnung des in ihnen noch enthaltenen grösseren oder geringeren Metallgehaltes (z. B. Schlacken vom Blei- und Kupfersteinschmelzen, vom Bleifrischen etc.)

2) Kieselerdearme und metallreiche Schlacken (z. B. Schlacken vom Verblasen und Gaarmachen des Kupfers, Zinnschlacken etc.) werden für sich oder mit Zuschlägen

Verschmelzen
der Schlacken
für sich.

einem reducirenden Schmelzen zur Abscheidung ihres Metallgehaltes unterworfen. Sind die Metalloxyde meist an Kieselerde gebunden, so bedürfen die Schlacken zu ihrer Zerlegung einer hohen Temperatur und basischer Zuschläge, wodurch die Schmelzkosten und Metallverluste durch Verflüchtigung oft so bedeutend werden, dass zuweilen Schlacken selbst mit einem grösseren Metallgehalt zweckmässiger abgesetzt werden.¹⁾

Mechanische
Aufbereitung
der Schlacken.

3) Schlacken, welche Metalle und Verbindungen derselben mechanisch eingeschlossen enthalten, werden durch eine mechanische Aufbereitung, durch Pochen, Waschen etc. davon befreit, z. B. Eisenhohofenschlacken von Eisenkörnern (Wascheisen), Rohschlacken von Rohstein.²⁾

Bausteine aus
Schlacken.

4) Saigere Schlacken formt man zu Bausteinen (Eisenhohofenschlacken³⁾ zu Ilsenburg, Oberharzer Schlieschlacken⁴⁾, Mansfelder Kupferschieferschlacken⁵⁾, nachdem sie vorher im glühenden Zustande wohl noch zum Heizen der Zimmer, zum Kochen etc. gedient haben.

Verschiedene
Verwendung
der Schlacken.

5) Hohofenschlacken, welche mit Säuren gelatiniren, empfiehlt *Elsner*⁶⁾ zur Anfertigung von hydraulischem Kalk; *Guettier*⁷⁾ zum Düngen und zur Anfertigung feuerfester Steine, *Rumy*⁸⁾ zu Kitten und Dachziegeln, *Cunynghame*⁹⁾ zur Darstellung von Alaun, Mörtel, Cement, zum Düngen, zur Reinigung von Holzsäure etc.

¹⁾ *Karst.*, Metallurgie V, 137.

²⁾ B. u. h. Ztg. 1852. p. 513. *Lamp.*, Fortschr. 1839. p. 15.

³⁾ *Weniger*, der pract. Schmelzmeister. Carlsbad 1851. p. 125.

⁴⁾ Bgwfd. XIV, 477.

⁵⁾ Bgwfd. XIV, 481. *Lampad.*, Fortschr. p. 51.

⁶⁾ *Dingl.*, CVI, 321; Bgwfd. XII, 273.

⁷⁾ *Polyt. Centr.*, 1839. p. 1309.

⁸⁾ B. u. h. Ztg. 1846. p. 222.

⁹⁾ B. u. h. Ztg. 1853. p. 538.

I. Bleischlacken.

Analysen von
Bleischlacken.

A. Bleischlacken vom Schachtofenbetriebe.

1. Schlacken von ungerösteten Bleierzen.

No.	Si	Al	Ca	Mg	Fe	Mn	Pb	Sb	Fe	Zn	S	Sauerstoffv. zwischen Si u. Basen.	
1.	48,80	4,62	3,26	1,24	36,00	—	5,30	—	—	—	—	25,35	12,13
2.	53,90	4,40	5,60	1,30	32,00	—	4,20	—	—	—	—	28,00	11,71
3.	43,13	4,76	5,77	0,78	37,72	0,30	6,32	—	—	—	—	22,41	13,19
4.	45,00	4,62	6,31	0,75	35,83	—	7,80	0,50	—	—	—	23,38	12,55
5.	47,57	3,21	5,26	0,58	32,28	1,35	3,98	0,22	1,71	1,50	—	24,70	11,01
6.	53,82	3,82	5,37	1,09	25,90	2,74	4,79	—	3,16	—	—	27,94	10,45
7.	41,00	2,55	6,82	0,62	33,73	1,26	7,25	—	1,58	3,60	—	21,29	11,66
8.	34,82	9,77	11,72	1,21	24,61	Cu 0,33	12,31	0,21	K 2,34	Na 0,54	As 0,26	1	1
9.	30,04	7,96	15,93	0,97	22,66	Cu 0,34	14,13	0,27	K 3,80	Na 0,68	As 0,30	15,76	18,23
10.	53,14	2,20	5,67	0,33	33,01	—	4,31	Ba Spr.	—	—	—	27,61	10,57
11.	58,10	3,70	11,03	1,15	21,27	0,80	2,06	Ba 1,09	—	—	—	30,18	10,55
12.	59,86	2,51	10,22	0,62	21,22	0,65	1,68	Ba 0,94	—	—	—	31,09	9,48
13.	57,98	2,59	10,38	0,18	25,94	—	2,46	Spr.	—	—	—	30,12	10,28
14.	54,48	6,60	16,16	1,71	19,42	—	1,62	—	—	—	—	28,30	12,79
15.	5,26	1,76	8,86	1,42	Fe 19,50	Mo 0,46	37,71	Zn 19,20	—	—	5,04	—	—

1—9) Oberharzer Schliegschlacken, meist Bisilicate, nach *Plattner* Gemenge von Singulo-, Bi- und Trisilicaten von der Zusammensetzung $m(\text{Ca}, \text{Mg}, \text{Pb}) \text{Si} + n \text{Fe}^3 \text{Si}^2 + \text{Al Si}$, selten krystallinisch und krystallisirt. 1) Von Clausthaler Hütte von gutem Gange nach *Bodemann* = $2(\text{Ca}, \text{Mg}, \text{Pb}) \text{Si} + 4 \text{Fe}^3 \text{Si}^2 + \text{Al Si}$. 2) Desgl. = $4(\text{Ca}, \text{Mg}, \text{Pb}) \text{Si} + 4 \text{Fe}^3 \text{Si}^2 + \text{Al Si}$. Beide Schlacken sind von demselben Handstück, welches eine untere schwärzliche (1) und eine obere grünliche Streifung (2) zeigte. 3) Desgl. von sehr gutem Gange, schwarz mit einem unbedeutenden Stich ins Grünliche, Bruch glasig bis splittrig, in der Mitte ein Streifen mit krystallinischer Anlage = $3(\text{Ca}, \text{Mg}, \text{Pb}) \text{Si} + 4 \text{Fe}^3 \text{Si}^2 + \text{Al Si}$. 4) Desgl. nach *Rammelsberg* = $4(\text{Ca}, \text{Mg}, \text{Pb}) \text{Si} + 3 \text{Fe}^3 \text{Si}^2 + \text{Al Si}$. 5) Desgl. nach *Ulrich* = $4(\text{Ca}, \text{Mg}, \text{Pb}) \text{Si} + 5(\text{Fe}, \text{Mn})^3 \text{Si}^2 + \text{Al Si}$. 6) Von Altenauer Hütte nach *Ulrich* = $16 \text{R Si} + \text{R Si}$. 7) Von Lautenthaler Silberhütte nach *Ulrich* = $7(\text{Ca}, \text{Mg}, \text{Pb}) \text{Si} + 4(\text{Fe}, \text{Mn})^3 \text{Si}^2 + \text{Al Si} + 2(\text{Fe}, \text{Mn})^7 \text{Si}$. 8) Von Andreasberger Hütte, von gewöhnlichem Ofengange, nach *Kast*. 9) Desgl. von rascherem Ofengange.

10—14) Rastofenschlacken von Clausthaler Hütte, nach *Bodemann*. Ihre Zusammensetzung entspricht nach *Plattner* der Formel $m (\text{Fe}, \text{Ca}, \text{Mg}, \text{Pb}) \text{Si} + n \text{Fe}^3 \text{Si}^2 + \text{Al Si}^2$ (10) und $m (\text{Fe}, \text{Ca}, \text{Mg}, \text{Ba}, \text{Pb}, \text{Mn}) \text{Si} + \text{Al Si}^2$ (11—14 bei Kalkzuschlag). 10) = 16 (Fe, Ca, Mg, Pb) Si + 4 Fe³ Si² + Al Si². 11) Von gutem Ofengange 15 (Fe, Ca, Mg, Ba, Pb, Mn) Si + Al Si². 12) Von schlechtem Ofengange = 23 (Fe, Ca, Mg, Ba, Pb, Mn) Si + Al Si². 13) = 22 (Fe, Ca, Mg, Ba, Pb, Mn) Si + Al Si². 14) Beinahe 9 (Fe, Ca, Mg, Pb) Si + Al Si.

15) Aus dem amerikanischen Bleiherd zu Bleiberg in Kärnthen, mit geringen Mengen K, Na und Cu, nach *Plattner*.

2) Schlacken von gerösteten Bleierzen.

Nr.	Si	Al	Fe	Mn	Ca	Ba	Mg	Pb	Zn	Cu	S	S	Fe
1.	28,54	5,40	46,10	—	8,31	1,00	Spr.	4,12	3,00	Spr.	2,43	1,00	—
2.	28,00	4,50	49,89	—	—	—	2,00	6,05	—	6,74	2,25	—	—
3.	30,50	5,10	55,74	2,20	—	—	—	4,00	0,85	—	—	—	—
4.	37,30	8,15	40,92	—	2,66	—	3,00	7,17	—	—	—	—	—
5.	43,26	—	46,95	Fe 5,62	—	—	0,45	2,00	1,91	0,25	—	1,26	—
6.	30,7	3,7	45,0	—	5,3	1,0	—	6,3	4,0	—	1,0	—	—
7.	28,5	5,4	46,1	—	8,3	1,0	—	4,1	3,1	—	2,5	—	—
8.	39,39	6,23	17,18	—	17,77	—	19,13	—	—	—	—	—	—
9.	27,66	6,00	50,30	Spr.	7,72	—	1,90	2,13	3,5	Spr.	—	2,23	—
10.	39,0	1,5	21,2	—	11,0	26,0	2,1	18,2	1,7	—	1,0	—	—
11.	40,0	1,7	18,7	—	15,0	3,2	3,2	13,1	1,5	—	2,3	—	—
12.	38,0	1,4	19,2	—	24,1	3,3	2,9	6,0	1,6	—	2,1	—	—
13.	27,0	7,6	32,0	—	13,0	—	—	18,6	—	—	—	—	—
14.	48,8	14,0	10,0	—	15,3	1,0	—	9,3	—	—	—	—	—
15.	28,5	7,0	25,0	—	24,0	—	—	3,0	10,6	—	—	—	—
16.	23,2	3,4	34,8	7,0	6,6	—	0,6	2,0	6,8	2,4	—	—	12,0
17.	25,0	1,3	24,5	8,0	4,2	—	1,0	2,0	29,0	1,0	—	—	4,0
18.	40,5	3,8	27,0	—	11,7	7,6	—	8,8	—	—	—	—	—
19.	29,8	1,4	59,4	3,6	—	—	—	Spr.	—	—	—	P 0,8	—
20.	28,50	6,0	34,5	—	—	5,6	1,3	17,7	4,4	1,2	—	—	4,8

1—6) Freiburger Bleierzschlacken, nach *Rammelsberg* theils Singulosilicate, theils Gemenge derselben mit Bisilicaten, nach *Plattner* von folgender allgemeiner Zusammensetzung: $m (\text{Fe}, \text{Ca}, \text{Mg}, \text{Pb}, \text{Mn})^3 \text{Si} + \text{Al Si}$, öfters mit mehr oder weniger $(\text{Fe}, \text{Ca}, \text{Mg}, \text{Pb}, \text{Mn})^3 \text{Si}^2$ verbunden, auch mit geringen Mengen von Zn, Cu und Schwefelmetallen, so wie von K und Na, wenn die Beschickung mit Holzkohlen verschmolzen wurde. 1) Nach *Lampadius*. 2) Nach *Merbach*.

3) Nach *Kersten*. 4) Nach *Erdmann*. 5) Nach *Amburger*. 6) Nach *Lampadius*, bei Holzkohlen gefallen. 7) Nach *Dems.*, bei Cokes erzeugt. 8) Von *Sala* in Schweden nach *Bredberg*, vom Verschmelzen von Bleiglanz, Blende, Schwefelkies, Kalkstein, Serpentin, Glimmer etc. unter Zuschlag von geröstetem Stein und Schlacke. 9) Von Okerhütte am Unterharze, nach *G. Ulrich* = $3(\text{Fe}, \text{Ca}, \text{Mg}, \text{Pb})^5 \ddot{\text{Si}} + \ddot{\text{Al}} \ddot{\text{Si}}^2$.

10—13) Von *Pontgibaud*. 10) Aeltere Schlacken nach *Rivot*. 11) Von unregelmässigem Ofengange nach *Dems.* 12) Von gutem Ofengange, nach *Dems.* 13) Nach *Berthier*.

14) Von *Pezey* in Savoyen, nach *Berthier*. 15) Von *Alstonmoore*, nach *Dems.* 16) Von gerösteten kupferigen und zinkischen Bleierzen zu *Ems*, nach *Dems.* 17) Von sehr blendigen Erzen zu *Holzappel*, nach *Dems.* 18) Von *Villefort*, nach *Dems.* 19) Von phosphorsauren und arsensauren Bleierzen zu *Katzenthal*. 20) Von *Schemnitz* in Ungarn, nach *Wehrle*, Singulosilicat.

3) Schlacken von gerösteten Bleisteinen.

№	$\ddot{\text{Si}}$	Ca	$\ddot{\text{Al}}$	Pb	Fe	Cu	Mn	K	Mg	S	Sauerstoffverh. zwischen $\ddot{\text{Si}}$ und Basen.	
1.	32,34	2,07	5,06	10,01	43,90	0,05	1,20	0,05	—	—	16,80	13,89
2.	33,58	3,57	4,46	6,19	44,44	—	Spr.	0,05	—	—	23,09	11,12
3.	39,79	2,12	Spr.	9,17	46,44	—	—	—	—	Spr.	20,68	11,57
4.	28,05	3,02	b. S	2,67	61,08	Spr.	—	—	0,85	4,33	—	—

1—3) Oberharzer Steinschlacken, Gemenge von Singulo- und Bisilicaten, nach *Plattner* von der allgemeinen Zusammensetzung $m(\text{Pb}, \text{Ca}, \text{Mn}, \text{K})^3 \ddot{\text{Si}}^2 + n \text{Fe}^3 \ddot{\text{Si}} + \ddot{\text{Al}} \ddot{\text{Si}}$. Nimmt man an, dass 2 $\ddot{\text{Si}}$ durch 3 $\ddot{\text{Al}}$ vertreten werden, so gestaltet sich die Formel in $\text{R}^2 (\ddot{\text{Si}}, \ddot{\text{Al}})$ oder $\text{R}^3 (\ddot{\text{Si}}, \ddot{\text{Al}})^2 + \text{R}^3 (\ddot{\text{Si}}, \ddot{\text{Al}})$ um. In den Blasenräumen dieser Schlacken zeigen sich nicht selten Krystalle von Eisenoxydulsilicat, die zwar klein, aber doch oft deutlich zu erkennen und gut ausgebildet sind. 1) Nach *Bodemann* mit einer geringen Menge $\ddot{\text{Ti}}$ und 3,5% beigemengtem $\text{Fe} = (\text{Pb}, \text{Ca}, \text{Mn}, \text{K})^3 \ddot{\text{Si}}^2 + 4 \text{Fe}^3 \ddot{\text{Si}} + \ddot{\text{Al}} \ddot{\text{Si}}$. 2) Desgl. mit 8,67% eingemengtem, für das Auge aber nicht erkennbaren Stein, bestehend aus 5,69 Fe , 0,05 Cu , 2,85 Pb , 0,08 $\ddot{\text{Sb}}$ und 0,01 Ag . 3) Nach *Rammelsberg*.

4) Freiburger Bleisteinschlacke, nach *Brooks*.

4) Schlacken vom Verschmelzen der Glätte, des Abstrichs, des Herdes, von Schlacken etc.

№	$\ddot{\text{Si}}$	Pb	Fe	Mn	Cu	$\ddot{\text{Al}}$	Ca	Mg	$\ddot{\text{Sb}}$	Zn	Fe	Ba
1.	28,75	44,60	6,87	0,42	0,21	8,92	7,83	0,53	0,70	—	—	—
2.	35,2	26,8	19,4	0,6	—	4,6	4,4	—	—	5,2	2,2	—
3.	34,8	6,6	34,4	0,6	—	4,8	7,0	—	—	0,5	9,0	—

Nr.	Si	Pb	Fe	Mn	Cu	Al	Ca	Mg	Sb	Zn	Fe	Ba
4.	40,0	34,8	5,6	3,0	1,6	12,9	1,0	0,9	—	—	—	—
5.	38,7	7,4	28,4	2,4	—	8,7	12,8	0,6	—	—	—	—
6.	20,0	Spr.	37,9	—	—	10,0	4,4	—	—	—	Zn 10,2	17,5
7.	22,0	35,6	4,2	—	—	5,2	30,2	1,0	—	—	—	—
8.	38,7	16,0	23,7	—	—	11,6	9,0	1,0	—	—	—	—

1) Frischschlacke von Clausthaler Rastofenglätte nach *Brüel*.
 2) Vom Verschmelzen des Geschurs zu Poullaouen; wird nochmals umgeschmolzen, nach *Berthier*. 3) Desgl. solche, welche man absetzt. 4) Vom Verschmelzen aller vom Saigerprozess abfallenden oxydirten bleiischen Producte vom Harz, nach *Karsten*. 5) Vom Verschmelzen des Herdes mit Eisenfrischschlacken von Pontgibaud, nach *Berthier*. 6) Vom Verschmelzen der bei der Reduction des Abstrichs in schottischen Oefen fallenden Schlacken zu Pontgibaud, nach *Berthier*. 7) Vom Glättfrischen in schottischen Oefen zu Pontgibaud, nach *Berthier*. 8) Desgl. vom Abstrichfrischen.

B. Bleischlacken vom Flammofenbetriebe.

Nr.	Si	Pb	Fe	Zn	Mn	Ba	Ca	Al	Pb	PbS	CaS	BaS	CaF
1.	17,0	13,0	53,5	—	—	11,5	—	—	5,0	—	—	—	—
2.	10,0	38,9	5,6	30,5	2,0	—	—	—	5,0	8,0	—	—	—
3.	24,0	26,5	14,0	27,0	—	—	—	—	5,0	3,0	—	—	—
4.	29,5	2,5	64,5	1,0	—	—	—	2,5	—	—	—	—	—
5.	35,6	0,4	42,0	20,8	—	—	—	1,0	—	—	—	—	—
6.	29,4	15,6	13,4	—	—	—	28,4	5,7	5,5	—	—	—	—
7.	27,6	11,0	26,2	3,4	4,6	—	—	1,6	4,0	P 15,0	C 4,6	—	—
8.	—	34,0	3,0	—	—	—	—	—	—	—	10,5	51,0	1,5
9.	—	—	4,5	—	—	—	8,0	—	—	22,0	22,5	25,0	16,0
10.	—	—	2,0	2,0	—	—	8,0	—	—	9,0	33,0	30,0	13,6
11.	—	—	15,4	7,2	—	—	16,0	—	17,6	12,0	1,6	22,0	7,2
12.	—	—	5,6	8,0	—	—	14,7	—	2,0	30,0	5,6	24,4	8,5

1) Von Pezey nach 16stündiger Feuerung ausgezogen, nach *Berthier*. 2) Von Holzappel, nach Dems. 3) Von Poullaouen von blendigen Bleiglanzen, nach Dems. 4) Ebend. vom Verschmelzen der silberhaltigen rothen Erde von Huelgoat mit Bleiglanzschliegen, nähert sich zuweilen dem Eisensingulosilicat. 5) Desgl. bei gleichzeitig zinkischen Erzen erfolgt. 6) Vom Verschmelzen von schwefelsaurem Bleioxyd in Birmingham. 7) Vom Verschmelzen phosphorsaurer und arseniksaurer Bleierze von Katzenthal. 8) Von Erzen zu Grassington, bestehend aus Pb, Pb C und Ba S ohne Zuschlag von Ca F. 9 u. 10) Von Erzen von Lea bei Matloc in Derbyshire, bestehend aus Pb, Pb C u. Ba S mit Zuschlag von Ca F, leichtflüssig und wegen geringen Bleigehaltes absetzbar. 11 u. 12)

Nr	Si	Al	Ca	Mg	Fe	Cu	Zn	K	Na	Mo	Fe	Cu	Zn	Mo
3.	45,53	4,22	—	3,50	45,61	—	—	—	—	—	—	—	—	—
4.	40,28	4,54	Spr.	2,67	49,80	—	—	—	—	—	—	—	—	—
5.	56,5	6,0	6,3	14,3	14,9	—	—	—	—	—	—	—	—	—
6.	56,51	9,42	20,05	6,40	6,21	—	—	—	—	—	—	—	—	—
7.	31,44	7,86	—	4,46	55,21	—	—	—	—	—	—	—	—	—
8.	49,80	12,20	19,20	2,40	13,20	F 1,10	—	—	—	—	—	—	—	—
9.	48,22	16,35	19,29	3,23	10,75	0,75	1,26	—	—	—	—	—	—	—
10.	50,00	15,67	20,29	4,37	8,73	0,67	1,11	—	—	—	—	—	—	—
11.	54,13	10,53	19,41	1,79	10,83	2,03	—	—	—	—	—	—	—	—
12.	53,83	4,43	33,10	1,67	4,37	0,25	F 2,09	—	—	—	—	—	—	—
13.	57,43	7,83	23,40	0,87	7,47	0,30	F 1,97	—	—	—	—	—	—	—
14.	48,23	6,51	23,06	3,35	14,13	0,58	Mn 0,65	3,73	0,88	—	—	—	—	—
15.	44,47	12,96	21,20	7,00	7,85	1,23	0,30	2,90	0,87	0,38	—	—	—	—
16.	51,44	19,32	17,80	1,40	5,88	—	0,89	1,78	0,65	—	1,04	0,67	—	0,20
17.	45,41	18,11	18,49	7,15	6,31	0,30	Mn 0,84	3,09	0,70	0,25	—	—	—	—
18.	38,77	3,33	4,87	—	45,32	0,19	2,23	Pb 1,88	—	—	—	—	3,81	—
19.	34,67	4,38	3,53	—	48,25	Mn 2,0	2,89	Pb 1,07	S 1,85	—	—	—	—	—
20.	23,50	3,50	3,34	—	66,85	1,69	—	—	S 3,60	—	—	—	—	—
21.	21,62	5,15	2,57	—	65,62	2,26	—	—	S 2,08	—	—	—	—	—
22.	39,75	6,65	3,00	2,00	40,98	0,02	3,65	—	—	—	—	—	—	—
23.	53,6	8,4	11,0	3,4	3,2	0,2	Ba 19,4	—	—	—	—	—	—	—
24.	51,2	11,5	18,4	2,6	7,4	4,0	—	2,6	—	—	—	—	—	—
25.	56,0	8,0	23,0	0,8	8,0	1,0	—	2,6	—	—	—	—	—	—
26.	59,2	5,8	19,4	3,4	10,2	1,2	—	1,2	—	—	—	—	—	—
27.	58,6	5,0	16,0	Spr.	12,6	3,6	—	—	—	—	—	—	—	—
28.	56,0	9,6	27,0	Spr.	7,0	0,1	—	—	—	—	—	—	—	—
29.	55,0	7,0	24,6	Spr.	11,9	0,5	—	—	—	—	—	—	—	—
30.	51,8	5,0	—	—	29,2	1,4	Ba 8,8	—	—	—	—	—	—	—
31.	33,0	6,4	1,0	—	55,2	0,8	—	—	—	—	—	—	—	—
32.	34,5	2,4	3,1	1,6	53,5	2,5	—	—	—	—	—	—	—	—
33.	61,2	1,0	3,0	—	31,2	3,4	—	—	—	—	—	—	—	—

1—4) Suluschlacken von Fahlun, schwarz, strahlig oder blättrig, Bisilicate von der Form des Augits tritt Al als Stellvertreter für Si ein, so gilt dafür die Formel $(\text{Fe}, \text{Mg})^3 (\text{Si}, \text{Al})^2$. 1) Nach Bredberg. 2) Nach Starbäck. 3) Nach Olsen. 4) Nach Johnsen. 5) Suluschlacke von ungerösteten Fahlerzen von Garpenberg in Schweden, nach Bredberg, glasig, hellgrün, mit Quarz und Kupfersteinkörnchen. 6) Suluschlacke von ungerösteten Tunaberger, Kobalt, Kalk, Quarz und Glimmer haltigen Erzen von Nafvequare in Schweden, glasig, dem Obsidian ähnlich, nach Bredberg. 7) Schlacke von Rörås in Norwegen, nach Johnsen. 8—13) Mansfelder Kupferschiefer-

schlacken, glasig, schwarz, dunkelgrün, bräunlich, grau oder blau, nach *Rammelsberg* bald Gemenge von Singulo- und Bisilicaten, bald ein Gemenge von diesen und Trisilicaten. Wird die $\ddot{A}l$ mit zur $\ddot{S}i$ gerechnet, so geben die Analysen im Mittel Trisilicate. 8) Nach *Berthier*. 9 u. 10) Von Kupferkammerhütte, nach *Hoffmann*. 11) Ebend., nach *Ebbinghaus*. 12) Von Sangerhausen, grün, glasig, bei stärkerem Flussspathzuschlage gefallen, nach *Heine*. 13) Desgl. grau, porös, bimsteinartig. 14—17) Riechelsdorfer Kupferschiefer-schlacken, nach *Genth*, amorph, meist schwarz, zuweilen blasig, spec. Gewicht 2,683—2,834; Gemenge von Singulo- und Bisilicaten. 17) Schwiel, unreine Randschlacke, körnig krystallinisch, aschgrau. 18 u. 19) Oberharzer Kupferkiesschlacken, dunkel eisenschwarz, strahlig blättrig, nach *Plattner* $= m (\dot{F}e, \dot{C}a, \dot{P}b)^3 \ddot{S}i^2 + n (\dot{F}e, \dot{Z}n)^3 \ddot{S}i + \ddot{A}l \ddot{S}i$. 18) Von Lautenthaler Silberhütte, nach *Bodemann* $= 7 (\dot{F}e, \dot{C}a, \dot{P}b)^3 \ddot{S}i^2 + (\dot{F}e, \dot{Z}n)^3 \ddot{S}i + \ddot{A}l \ddot{S}i$. 19) Von Altenauer Hütte, nach *Stern*. 20 u. 21) Unterharzer Kupfererzschlacken, Gemenge von Singulo- und Subsilicaten, äusserlich stahlgrau bis eisenschwarz, nach innen lichtspeissgelb, mit halbmetailischem oder Glasglanz, dichtem, fasrigem oder feinkörnigem ins Unebene übergehenden Bruche, zuweilen in den Formen des Eisenchrysoliths¹⁾ vorkommend. 20) Von Okerhütte, nach *Breymann* $= 7 (\dot{F}e, \dot{C}a)^4 \ddot{S}i + \ddot{A}l \ddot{S}i$. 21) Ebend. von mir analysirt $= 4 (\dot{F}e, \dot{C}a)^5 \ddot{S}i + \ddot{A}l \ddot{S}i$. 22) Erzs-lacke von Gilsaahütte in Lappland, nach *Stromeyer*. 23—30) Schlacken von Chessy, nach *Berthier*. 23) Von Kupferschwärze, glasig, bouteillengrün, schwach durchscheinend. 24) Von Kupferlasur, dicht, glasig, undurchsichtig, rothbraun. 25) Desgl. dicht, glasig, bouteillengrün, in dünnen Splittern durchscheinend, mit Quarzkörnern gemengt. 26) Desgl. dicht, glasig, bläulich, durchscheinend. 27) Desgl. roth, nur selten und zufällig vorkommend. 28) Desgl. graulich schwarz, sehr häufig. 29) Desgl. blau, am häufigsten. 30) Von gerösteten Kupferkiesen. 31) Von gerösteten Kupferkiesen von Valpeline in Piemont, nach *Berthier*. 32) Desgl. von Mutiolo bei Figueria in Spanien. 33) Desgl. von Wittingen im Schwarzwalde.

2. Kupfersteinschlacken.

$\mathcal{N}$	$\ddot{S}i$	$\ddot{A}l$	$\dot{F}e$	$\dot{C}a$	$\dot{M}g$	$\dot{C}u$	$\dot{M}n$	$\dot{K}$	S
1.	33,18	11,22	32,03	17,14	2,96	1,90	—	—	—
2.	34,11	8,46	37,68	13,38	4,57	0,68	—	—	0,46
3.	33,6	5,6	51,5	5,0	—	3,0	—	—	—
4.	29,25	1,24	63,32	—	1,30	2,64	1,46	0,18	—

¹⁾ B. u. h. Ztg. 1854. p. 113.

1—3) Mansfeld'sche Schlacken, mehr steinig, als glasig, bläulich schwarz, wenig glänzend und matt, Singulosilicate. 1) Nach *Wornum*. 2) Nach *Hoffmann*. 3) Nach *Berthier*.

4) Von Lautenthaler Hütte im Harze, oft ausgezeichnet krystallisirt in der Form des Chrysoliths ($\text{Fe}^3 \text{Si}$), nach *Walchner*.

3. Schwarzkupferschlacken.

Nach *Plattner* lässt sich für dieselben folgende allgemeine Formel aufstellen: $m (\text{Fe}, \text{Ca}, \text{Mg}, \text{Pb}, \text{Mn})^3 \text{Si} + \text{Al Si}$, meist mit mehr oder weniger $(\text{Fe}, \text{Ca}, \text{Mg}, \text{Pb}, \text{Mn})^3 \text{Si}^2$, so dass sie sich zuweilen der Zusammensetzung $m (\text{Fe}, \text{Ca}, \text{Mg}, \text{Pb}, \text{Mn})^3 \text{Si}^2 + \text{Al Si}$ nähern.

Nr.	Si	Al	Fe	Ca	Mg	Co	Cu	Mo	K	Na	Zn
1.	31,72	2,83	47,80	8,06	3,86	0,25	1,07	0,23	3,68	1,26	—
2.	38,15	—	47,22	11,56	0,03	—	2,86	—	—	—	—
3.	37,90	—	49,23	9,07	1,47	—	1,59	—	—	—	—
4.	32,79	—	66,12	—	1,58	—	Spr.	—	—	—	—
5.	27,36	3,51	64,81	0,32	2,27	—	0,96	—	—	—	—
6.	30,93	—	69,07	—	—	—	—	—	—	—	—
7.	32,35	6,30	59,50	—	—	—	—	—	—	—	—
8.	18,93	4,06	70,68	0,96	0,58	—	1,32	—	—	—	0,66
9.	57,50	6,72	2,94	19,00	10,22	—	0,31	Mn 3.11	0,94	1,51	—
10.	18,15	0,36	75,50	1,97	1,03	Vd 1,57	0,40	—	—	—	—

1) Von Riechelsdorf, nach *Genth*, schwarz, glasglänzend, körnig, Singulosilicat.

2 u. 3) Aus dem Mansfeld'schen, schwarz, steinig. 2) Nach *Lade*. 3) Nach *Gehrenbeck*.

4—6) Von Fahlun, bräunlich, schwarz, glasglänzend, krystallinisch, strahlig im Bruche. 4) Nach *Winkler* in der Form des Eisenchrysoliths krystallisirt. 5) Nach *Bergsten*. 6) Nach *Mitscherlich*.

7) Von Freiberg, nach *Winkler*. 8) Von Gilsaahütte in Lappland, nach *Stromeyer*. 9) Von Perm, nach *Coubine*. 10) Ebend. vom Verschmelzen von kupferigem Roheisen auf Schwarzkupfer, nach *Dems*.

4. Darrschlacken.

Verbindungen von Pb mit Kieselerde und mehr oder weniger geringen Mengen anderer Oxyde.

Nr.	Pb	Cu	Fe	Al	Si
1.	84,2	4,1	0,4	1,1	10,2
2.	78,5	7,9	0,5	1,7	11,4

Nr.	Pb	Cu	Fe	Al	Si
3	76,5	7,9	0,5	1,8	13,3
4	79,8	5,1	0,4	1,2	13,5
5	85,1	4,1	0,3	1,0	9,5
6	81,2	4,3	0,3	1,2	13,0
7	78,9	6,3	0,5	1,8	12,5
8	77,1	7,6	0,3	1,8	13,2

1—8) Von der Saigerhütte zu Neustadt a. d. Dosse, nach *Karsten*. 1—3) Aus der ersten Periode. 4 u. 5) Bei gedämpften Zügen. 6—8) Nach wieder hergestelltem Luftzuge, resp. im Anfange (1, 4, 6), in der Mitte (2, 5, 7) und gegen das Ende (3, 8) jeder Periode gefallen.

5. Schlacken vom Verblasen und Gaarmachen des Schwarzkupfers auf dem kleinen und grossen Gaarherd, sowie vom Verschmelzen verschiedener Blei und Kupfer haltiger Abfälle auf Schwarzkupfer.

Die Schlacken vom Verblasen unreiner Schwarzkupfer auf dem grossen Gaarherde enthalten nach *Plattner* hauptsächlich Pb, Cu und Ni³ As, ausserdem Si, Al, Ca, Fe, Co, Mn, Sb und S, sowie auch eingemengte Metalltheile, welche hauptsächlich aus einem Gemisch von Cu, Pb, Ni, Fe, As und Sb bestehen. Die im Anfange gezogenen Schlacken sind vorzugsweise reich an Pb und Ni³ As, zuweilen scheiden sich dunkelgrüne Blätter von letzterem aus.¹⁾ Die Schlacke von den letzten Zügen ist vorwaltend kupferhaltig.

Die Gaarschlacken bestehen aus Pb, Cu, Ni, Co, Fe, Si, Al etc. in veränderlichen Verhältnissen, welche sich zuweilen der Zusammensetzung $m R^3 Si + Al Si$ nähern. Nach *Hausmann*²⁾ kommen in diesen Schlacken zuweilen Kupferkrystalle, ähnlich wie im Aventuringlase vor; auch fand derselbe³⁾ in Schlacken vom Gaarmachen des Krätzkupfers im Spleissofen zu Oker eisenschwarze, olivengrün durchscheinende Krystalle vielleicht von Cu As.

¹⁾ *Hausm.*, Beitr. z. met. Krystallkde. p. 52.

²⁾ Ibid. p. 5.

³⁾ Ibid. p. 50.

*Mitscherlich*¹⁾ beobachtete in Gaarschlacken Krystalle von Cu, die sich nach *Kersten*²⁾ als zarte cochenillrothe demantglänzende Blättchen darstellen, nach *Hausmann*³⁾ aber in den Oker'schen Gaarschlacken als kleine Würfel mit trichterförmigen Vertiefungen zum Vorschein kommen.

Die Schlacken vom Verschmelzen verschiedener blei- und kupferhaltiger Abfälle auf Schwarzkupfer enthalten vorwaltend Si, Al, Ca, Mg, Na, K, Pb, dann Cu, Ni, Co, Fe, Mn, Zn, Sb, As, S.

N ^o	Si	Cu	Pb	Fe	Zn	Ni	Mn	Ca	Al	Mg	K	As	Sb	Sb	S
1.	25,4	16,0	48,2	3,8	—	—	1,6	—	2,2	—	—	—	—	—	—
2.	58,0	3,0	5,8	19,6	0,4	3,0	—	3,2	4,5	C 2,5	—	—	—	—	—
3.	13,8	72,0	—	13,8	—	—	—	—	3,1	—	—	—	—	—	—
4.	22,3	6,2	67,4	1,0	—	—	—	—	3,4	—	—	—	—	—	—
5.	23,9	19,8	51,7	1,2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
6.	29,25	2,65	—	63,32	—	—	1,46	—	1,25	1,31	0,19	—	—	—	—
7.	22,3	6,2	67,4	1,0	—	—	—	—	3,1	—	—	—	—	—	—
8.	22,9	10,4	62,1	1,1	—	—	—	—	3,4	—	—	—	—	—	—
9.	21,4	19,2	54,8	1,2	—	—	—	—	3,4	—	—	—	—	—	—
10.	23,0	19,8	51,7	1,2	—	—	—	—	3,4	—	—	—	—	—	—
11.	9,13	7,52	64,80	2,51	—	9,01	—	—	2,58	—	—	—	—	—	—
12.	7,04	23,9	53,20	1,50	—	11,15	Co 0,90	—	1,45	—	—	—	—	—	—
13.	4,27	13,13	37,84	2,31	—	31,53	0,17	—	0,93	—	—	5,43	4,37	0,20	—

1) Gaarschlacke vom kleinen Herde aus Sibirien, nach *Berthier*, dicht, dunkelroth und durchsichtig von muschligem, schimmern- dem Bruche. 2) Desgl. von Müsen vom Anfange des Prozesses, nach dems., blasig, schwarz, rothgefleckt. 3) Desgl. aus dem Mansfeld'schen, nach dems., dicht, blättrig, blutroth.

4—6) Desgl. vom Harze. 4 u. 5) resp. vom Anfange und Ende des Prozesses von gesaigertem und gedarrtem Kupfer, nach *Berthier*. 6) Von Kupferkiesswarzkupfer von Lautenthaler Hütte, krystal- lisirt, nach *Walchner*.

7—10) Desgl. von Saigerkupfer von Neustadt a. d. Dosse, vom Anfange bis zum Ende der Gaare fortschreitend, nach *Kersten*.

¹⁾ Abhandlungen der Königl. Acad. d. Wissensch. zu Berlin 1822 u. 1823. p. 25.

²⁾ *Pogg.*, XLIX. p. 358.

³⁾ *Hausm.*, a. a. O. p. 17.

11 u. 12) Desgl. von Saigerkupfer von Grünthal, resp. vom Anfange und Ende des Prozesses genommen, nach *Lampadius*.

13) Verblasenschlacken von Schlackenkupfer zu Grünthal, n. *Plattner*.

6. Kupferfrischschlacken.

	Si	Al	Ca	Pb	Fe	Cu
1)	26,30	10,26	13,37	41,42	6,24	2,04

1) Schlacke vom Verfrischen des silberhaltigen Schwarzkupfers mit Blei und Glätte zu Oker am Unterharze.

B. Kupferschlacken vom Flammofenbetriebe.

1. Schlacken vom gewöhnlichen Erzschnmelzen.

Nr.	Si	Fe	Al	Ca	Mg	CaF	Cu	Fe	S	Ni, Co	Cu	Quarz
										Mn, Sn		
1.	30,0	28,5	2,9	2,0	0,6	1,10	0,5	0,9	0,6	1,4	—	30,5
2.	56,20	20,0	4,0	14,1	5,1	—	—	—	—	0,2	0,40	—
3.	52,00	17,64	8,90	16,22	5,45	—	—	—	—	—	0,40	—
4.	47,54	28,98	3,90	15,59	3,26	—	—	—	—	—	0,73	—

1) Waleser Rohschlacke, nach *Le Play*, welche folgender Zusammensetzung entspricht:

Quarz.	$\text{R}^3 \text{Si} + 2 \text{R}^3 \text{Si}^2$	Schwefeleisen.	Stein.	Flussspath.
30,50	65,40	0,55	1,55	2,10

2 u. 3) Von Kaafjord in Lappland, nach *Stromeyer*; 2) mit eingemengten Quarzkörnern; 3) ohne Quarzkörner und krystallisirt.

4) Schlacke der englischen Gesellschaft zu Nanzenbach bei Dillenburg, schwarzgrau und in Form von Augit krystallisirt, nach *Rammelsberg*.

Die Rohschlacken von den Flammöfen zur Muldner Hütte bei Freiberg bestehen nach *Plattner* aus $m(\text{Fe}, \text{Ca}, \text{Mg}, \text{Zn}, \text{Mn})^3 \text{Si}^2 + n(\text{Fe})^3 \text{Si} + \text{Al Si}$, nebst etwas Cu.

2. Schlacken vom Erzschnmelzen nach *Napier's* Methode bei Zuschlag von Kalk und Kochsalz.

Nr.	Si	Na	Ca	Mg	Al	Fe	Fe	Cu	Mn	NaCl	S	Verlust.	Rückstand.
1.	49,26	7,93	7,84	2,62	12,37	18,60	—	0,70	Spr.	0,48	Spr.	0,20	—
2.	49,60	0,70	1,23	0,11	14,00	—	32,94	1,06	Spr.	0,43	—	—	—
3.	42,20	3,44	6,43	2,14	10,80	31,00	—	0,45	—	0,34	1,43	0,21	1,56
4.	35,60	—	4,48	0,16	6,85	50,46	—	2,32	—	—	—	0,13	—

1—3) Schlacken von den Kupferöfen der South-American and Mexican Company in Chili, nach *Field*; 1 u. 2) bei Zuschlag von 20% Kochsalz, klar geflossen, durchsichtig und gleichförmig; beim Erkalten zerfallen die Schlacken in zwei deutlich und

scharf getrennte Schichten, eine obere amorphe (1) und eine untere krystallinische (2); erstere ist glasig von muschligem Bruche, schön dunkelgrün bis schwarz, durch Berührung mit metallischem Eisen roth werdend, von Königswasser und selbst von Salzsäure rasch und vollständig aufschliessbar. Die untere Schlacke erfordert zu letzterem Zwecke eine längere Schmelzung mit kohlensauren Alkalien. 3) Bei Zusatz von 10% Kochsalz erfolgt eine schön masernartige, in der Farbe sehr ungleiche Masse von beträchtlicher Härte und Politurfähigkeit.

4) Schlacke von Coquimbo, nach *Field*, von ähnlichem Gefüge wie Nr. 1, in ihren Drusenräumen finden sich schön ausgebildete würfelförmige Krystalle, deren Zusammensetzung diese Analyse angiebt.

3. Kupfersteinschlacken.

Nr.	Si	Fe	Cu	Andere Oxyde.	Al	Ca	Mg	Cu	Fe	S	Ni	Co
1.	33,8	56,0	0,9	2,1	1,5	1,4	0,3	2,9	0,3	0,8	—	—
2.	33,0	55,0	2,7	2,0	1,6	1,4	0,3	2,9	0,3	0,8	—	—
3.	36,0	54,4	0,7	2,5	0,8	1,2	0,2	4,2		—	—	—
4.	40,0	52,9	—	1,5	1,8	2,4	0,3	0,4	—	0,35	—	—
5.	34,0	52,0	12,0 nebst	—	1,0	1,0	—	—	—	—	—	—
			Cu									
6.	31,00	56,00	1,67	—	6,90	3,50	0,60	—	—	—	0,30	
5.	24,90	57,00	8,99	—	3,80	2,80	0,35	—	—	—	0,40	

1—5) Waleser Kupfersteinschlacken, nach *Le Play*. 1) Vom Verschmelzen des gerösteten Rohsteins (Bronzesteins) mit reichen Erzen auf weissen Stein, arm, dunkel bräunlich grün, dicht, im Bruche körnig und krystallinisch. 2) Desgl. reich, beide = $\dot{R}^3 \ddot{S}i^2 + 4 \dot{R}^3 \ddot{S}i$. 3) Vom Verschmelzen des gerösteten Rohsteins mit Erzen von mittlerem Gehalte auf blauen Stein = $\dot{R}^3 \ddot{S}i + \dot{R}^3 \ddot{S}i^2$. Die Schlacken vom Verschmelzen des gerösteten blauen Steins auf weissen Extrastein sind Singulosilicate von Eisenoxydul. 4) Vom Verschmelzen reicher Schlacken auf weissen und rothen Stein. 5) Vom Verschmelzen des gerösteten weissen Extrasteins auf Metall- oder Concentrationsstein.

6 u. 7) Von Kaafjord in Lappland, nach *Stromeyer*; 6) vom Weissmetall; 7) vom Purpurmetall.

4. Schwarzkupferschlacken.

Nr.	Si	Fe	Al	Cu	Ca	Mg	Ni	Co	Sn	Cu	Vd
1.	47,5	28,0	3,0	16,9	—	—	0,9	0,3	2,0	—	
2.	22,00	55,39	5,20	12,80	16,2	1,10	1,60	—	—	—	
3.	36,0	7,0	6,0	43,2	2,7	0,8	4,0	0,9	—	—	
4.	29,65	7,70	3,50	50,00	2,10	0,78	4,50	0,35	—	—	
5.	18,15	75,50	0,36	0,40	1,97	1,03	—	—	—	—	1,57

1) Waleser Rohkupferschlacke, nach *Le Play*, braunschwarz, porös, sehr hart und zähe, Gemenge von Bi- und Trisilicaten.

2—4) Von Kaafjord, nach *Stromeyer*. 2) Blasenkupferschlacke. 3) Schwarzkupferschlacke. 4) Schlacke von dem Prozess, bei welchem das Purpurmetall grösstentheils oxydirt wird.

5) Von der Verarbeitung des kupferhaltigen Roheisens auf Schwarzkupfer zu Perm, n. *Coubine*.

5. Raffinatkupferschlacken.

	Si	Cu	Fe	Ni	Mn	Sn	Al	Ca	Mg	Cu	Co	Fe	S
1.	47,4	36,2	3,1	0,4		0,2	2,0	1,0	0,2	9,0	—	—	—
2.	40,5	46,4	3,5	1,8	—	—	2,7	3,0	0,7	—	0,3	—	—
3.	13,8	72,0	13,8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
4.	38,4	2,0	58,2	—	—	—	1,4	—	—	—	—	—	—
5.	23,6	5,4	53,8	—	—	—	3,2	2,2	1,0	—	—	—	7,4
6.	33,0	1,2	62,1	—	—	—	2,0	—	—	—	—	—	—
7.	13,0	5,0	76,9	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,6
8.	22,0	9,0	68,4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Spr.
9.	27,5	2,0	57,9	—	—	—	1,3	—	—	—	—	6,8	4,2
10.	13,0	3,5	75,0	—	—	—	0,2	—	—	—	—	4,2	2,5
11.	26,2	4,0	66,0	—	—	—	—	—	—	—	—	2,2	1,3
12.	29,85	1,33	66,48	Vd0,19	—	—	0,43	0,91	0,37	—	—	—	—

1) Waleser Raffinatschl., nach *Le Play*. 2) Desgl. von Kaafjord, nach *Stromeyer*.

3 u. 4) Gaarschl. von peruanischem Kupfer, nach *Berthier*; 3) von Imphry, 4) von Vienne, metallisch, schwarz, von blättrigem Bruche, grosse den Pyropen ähnliche Krystalle bildend.

5—11) Gaarschl. von Chessy, nach *Berthier*. 5) Vom Anfange des Prozesses; 6—8) aus dem mit Holz, und 9—11) aus dem mit Kohle geheizten Ofen, 8 u. 11) vom dritten Abstrich, blasig, mehr oder weniger dunkeleisengrau, metallisch, von feinem, zuweilen krystallinischem Korne und eckigem Bruche, magnetisch.

12) Raffinatschlacke von Schwarzkupfer zu Perm, n. *Coubine*.

IV. Nickelhaltige Schlacken.

Analysen von
nickelhaltigen
Schlacken.

	Si	Al	Fe	Ca	Mg	K	Na	Cu	Co	Ni	Mn
1)	33,85	6,25	42,85	10,38	2,88	1,36	2,40	0,43		0,43	
2)	45,72	4,43	17,08	21,36	8,38	1,13	1,02	0,15		0,47	

1 u. 2) Rohschlacken vom Verschmelzen nickelhaltiger Schwefelkiese mit Quarz und Kalkspath zur Dorotheenhütte bei Dillenburg, nach *Winter*; in Salzsäure lösen sich 40,7%. 1) Der lösliche Theil = 5 (Fe, Ca, Mg, K, Na)³ Si + Al Si. 2) Der unlösliche Theil = 10 (Fe, Ca, Mg, K, Na)² Si + Al Si.

V. Zinnschlacken.

Analysen von
Zinnschlacken.

Nach *Plattner* enthalten die Zinnschlacken neben kiesel-sauren Verbindungen von Fe, Ca etc. mehr oder weniger Sn (als Säure) und Wö, hauptsächlich an Fe und Mn gebunden, so wie auch verschiedene Mengen metallisches Zinn, je nachdem sie beim Schmelzen der Erze unmittelbar gefallen oder für sich noch ein- oder zweimal umgeschmolzen (verändert) sind. Die ersten Schlacken enthalten auch unveränderten Zinnstein eingemengt.

A. Zinnschlacken vom Schachtofenbetriebe.

N ^o	Si	Fe	Mn	Sn	Wö	Ca	Mg	Al	As	Sn	C	Sn
1.	20,05	30,15	—	25,12	—	1,10	1,23	5,00	3,90	11,22	1,47	—
2.	32,00	42,51	—	9,01	—	1,35	1,75	8,10	4,00	—	—	—
3.	33,10	44,05	—	7,50	—	1,47	1,89	7,33	2,95	—	—	—
4.	16,0	41,0	1,7	—	1,0	3,7	1,7	2,4	—	—	—	32,0
5.	27,5	48,2	1,5	—	3,0	3,4	1,6	8,5	—	—	—	6,3
6.	5,81	39,51	1,34	12,13	—	—	—	18,14	—	21,20	—	—
7.	48,0	6,2	16,2	—	—	3,2	1,0	22,4	—	—	—	2,0
8.	34,4	17,6	3,6	—	2,0	1,2	2,4	10,0	—	—	—	27,4

1—6) Sächsische Zinnschlacken. Nach *Plattner* kann man die besten sächsischen Zinnschlacken bei der Annahme, dass das Zinn als Oxyd darin enthalten ist und als Säure auftritt, durch folgende allgemeine Formel ausdrücken. $m (\text{Fe}, \text{Ca}, \text{K}, \text{Na})^3 \text{Si}^2 + n \text{Fe}^3 \text{Si} + \text{Al Si}$, verbunden oder gemengt mit (Fe, Mn) Wö und Fe Sn in veränderlichen Verhältnissen. 1) Erste Schlacke von Altenberg, nach *Lampadius*. 2) Aeltere Schlacke ebendaher vom dritten Schlackenverändern als Haldensturz, nach dems. 3) Neuere Schlacke vom zweiten Schlackenschmelzen, gut geflossen und verglast, nach dems. 4) Desgl. aus dem Grossefen, schwarz, magnetisch, den Eisenfrischschlacken ähnlich, nach *Berthier*. 5) Vom Umschmelzen der vorigen Schlacke mit den Härtlingen im Krummofen, dunkelbraun. 6) Vom Verschmelzen des Erzes von Johann-Georgenstadt bei schlechtem Gange gefallen, nach *Lampadius*.

7) Vom Umschmelzen von Flammofenschlacken im Krummofen zu Poullaouen von Piriacer Erzen, glasig, metallisch schwarz, durchscheinend.

8) Von St. Austle in Cornwallis, aufgebläht, grauschwarz.

B. Zinnschlacken vom Flammofenbetriebe.

$\mathcal{N}$	Si	Sn	Fe	Mn	Ca	Mg	Al
1.	41,3	9,0	20,5	11,4	3,9	0,8	12,8
2.	40,0	8,4	20,3	11,1	3,6	1,0	9,6

1 u. 2) Schlacken vom Verschmelzen der Erze von Piriac zu Poullaouen, nach *Berthier*. 1) Von reichen Erzen, gut geflossen, sehr aufgebläht, schwarz, sehr magnetisch, etwas metallisch glänzend. 2) Desgl. von armen Erzen, der vorigen ähnlich.

VI. Schlacken vom Eisenfrischen in Herden und in Puddelöfen, vom Rohstahlfrischen, aus Schweissöfen und Feineisenfeuern.

Diese Schlacken bestehen nach *Plattner* vorzugsweise aus kieselurem Eisenoxydul, enthalten aber öfters geringe Mengen von Ca, Mg, Mn, K, Na, Al, Fe, Ca und $\text{Ca}^3 \text{P}$. In den verschiedenen Perioden des Prozesses haben sie einen verschiedenen Kieselsäuregehalt.

A. Schlacken vom Eisenfrischen in Herden.

Eisenfrisch-
schlacken.

1. Rohschlacken, vom Anfange des Prozesses, haben oft die Zusammensetzung und die Krystallform des Chrysoliths $\text{Fe}^3 \text{Si}$; wenn das Roheisen reich an Sili-
cium ist, bestehen sie aus $\text{Fe}^3 \text{Si}^2 + 2 \text{Fe}^3 \text{Si}$ oder wenn ein Theil des Eisens sich als $\text{Fe} \text{Fe}$ verschlackt und das Fe als Stellvertreter der Si auftritt, aus $6 \text{Fe}^2 \text{Si} + \text{Fe} \text{Fe}$ oder $\text{Fe}^2 (\text{Si}, \text{Fe})$.

Die Rohschlacken sind sehr dünnflüssig und erstarren schnell, haben eine schwarzgraue Farbe¹⁾, metallischen Glanz, sind oft bunt angelaufen, zuweilen porös, stets krystallinisch oder deutlich nach Art des Chrysoliths ($\text{Fe}^3 \text{Si} = 70,07 \text{ Fe} + 29,93 \text{ Si}$) in rhombischen Prismen mit einer auf die scharfen Seitenkanten aufgesetzten Zuschärfung, in Rectangulairoctaedern, krystallisirt; gelbe und

¹⁾ Farbentafel zur Beurtheilung der Frischschlacken. *Erdm.*, J. f. ök. u. techn. Ch. II, 134.

Kerl, Hüttenkunde.

braune Varietäten sind frei von $\ddot{\text{Fe}}$. Zuweilen enthalten sie Vanadin.¹⁾

N ^o	Si	Fe	Mn	Mg	Ca	Al	$\ddot{\text{Fe}}$	K	P	C
1.	32,4	60,2	2,4	1,0	0,9	2,0	—	—	—	—
2.	32,35	62,04	2,65	1,41	—	—	—	0,29	—	—
3.	32,4	57,3	4,5	—	2,8	3,0	—	—	—	—
4.	32,96	61,24	1,30	1,90	—	1,56	—	0,21	—	—
5.	38,55	44,48	11,05	—	3,13	3,15	—	—	—	—
6.	28,0	61,2	6,7	2,4	0,9	0,2	—	Spr.	—	—
7.	28,0	70,0	—	—	0,4	0,8	—	—	—	—
8.	31,2	67,3	0,7	—	—	—	—	—	—	—
9.	31,16	67,24	—	0,65	—	—	—	—	—	—
10.	34,38	63,51	—	—	—	—	2,25	—	—	—
11.	17,2	61,3	0,5	0,1	2,7	0,2	—	Spr.	16,5	—
12.	40,15	49,21	0,25	—	—	0,45	1,04	—	5,22	3,03
13.	29,0	37,7	17,6	1,5	8,6	3,2	—	—	—	—
14.	27,0	36,2	19,2	1,8	13,4	1,0	—	—	—	—
15.	24,8	61,0	3,2	1,6	3,0	7,4	—	—	—	—
16.	33,3	56,7	3,3	2,4	—	3,0	—	—	—	—
17.	49,6	43,0	4,0	2,0	1,8	—	—	—	—	—
18.	32,15	65,31	1,67	0,59	0,56	Spr.	—	—	—	—

1) Von Silbernaaler Frischhütte bei Clausthal, schön krystallisirt, nach *Metzger*. 2) Von der Gitteldeschen Hütte am Harz, schön krystallisirt, dem Hyalosiderit ähnlich, nach *Walchner*. 3) Von Mägdesprung am Harze, nach *Wiegand*. 4) Von Dax in den Pyrenäen, nach *Walchner*. 5) Von Wärd zu Skebo in Schweden, sehr roh, nach *Karsten*. 6) Von Rybnik in Schlesien, nach dems. 7) Von Pissos in Frankreich, durcheinander gewachsene grosse Krystalle von der Form des Peridots, nach *Berthier*. 8 u. 9) Aus Schweden, nach *Mitscherlich*. 10) Krystallisirte Rohschlacke mit 3,849 spez. Gew., nach *Rammelsberg*. 11) Von Torgelow in Pommern, vom Verfrischen eines phosphorhaltigen Roheisens, nach *Berthier*. 12) Von Lauchhammer, n. *Lampadius*. 13) Von den catalonischen Luppenfrischfeuern zu Vicedessos, n. *Berthier*, vom Anfange der Arbeit. 14) Desgl. vom Ende der Arbeit. 15) Von den catalonischen Luppenfeuern zu Pinsot bei Allevard, von gutem Gange, nach *Berthier*. 16) Desgl. von mittelmässigem Gange. 17) Desgl. von schlechtem Gange. 18) Von Königshütte am Harze, n. *Welkner*.

2. Gaarschlacken, Dieselben haben nach *Rammelsberg* gewöhnlich die folgenden Zusammensetzungen: $6 \text{ Fe}^3 \text{ Si} + \text{Fe}^9 \text{ Fe}$ oder $3 \text{ Fe}^3 \text{ Si} + 3 \text{ Fe}^6 \text{ Si} + \text{Fe} \text{ Fe}$, oder

¹⁾ *Pogg.*, XXI, Stck. 1.

wenn man das $\ddot{\text{Fe}}$ als Stellvertreter der $\ddot{\text{Si}}$ ansieht, auch $\text{Fe}^4 (\ddot{\text{Si}}, \ddot{\text{Fe}}) = \text{Fe}^2 (\ddot{\text{Si}}, \ddot{\text{Fe}}) + \text{Fe}^6 (\ddot{\text{Si}}, \ddot{\text{Fe}})$. Die Gaarschlacken fließen träger und mit hellerem Licht, erstarren langsamer und erscheinen weniger geflossen, als die Rohschlacken, haben eine eisengraue Farbe, Metallglanz, einen dichten Bruch und ein grosses spezifisches Gewicht, selten krystallisirt.

Nr.	$\ddot{\text{Si}}$	$\ddot{\text{Fe}}$	$\ddot{\text{Mn}}$	$\ddot{\text{Mg}}$	$\ddot{\text{Ca}}$	$\ddot{\text{Al}}$	$\ddot{\text{K}}$	$\ddot{\text{Fe}}$	$\ddot{\text{P}}$	$\ddot{\text{Na}}$
1.	21,0	75,5	—	—	—	3,5	—	—	—	—
2.	19,15	65,12	3,75	—	—	1,25	—	10,03	—	—
3.	16,4	79,0	0,6	—	3,0	1,2	—	—	—	—
4.	8,8	84,0	2,5	1,0	2,2	2,0	—	—	—	—
5.	7,60	82,10	6,80	2,80	—	1,10	—	—	—	—
6.	11,10	84,30	2,80	1,05	0,13	0,09	Spr.	—	—	—
7.	19,8	74,0	3,6	—	1,8	1,2	—	—	—	—
8.	5,6	85,5	—	—	2,4	0,1	—	—	4,7	—
9.	21,4	71,3	—	2,7	—	—	3,7	—	—	—
10.	18,1	61,2	6,7	2,4	0,9	0,2	—	—	—	—
11.	13,9	82,9	—	—	—	—	—	C u. Verlust	3,2	—
12.	10,25	77,00	3,00	—	1,75	3,00	—	—	1,75	—
13.	20,31	71,10	—	—	0,92	—	—	2,01	4,11	C 0,75
14.	21,01	71,15	—	0,46	1,26	—	—	6,00	—	—
15.	8,12	67,76	5,47	2,65	4,51	0,13	0,47	9,13	0,11	0,43
16.	9,86	69,48	5,49	2,54	5,05	0,22	0,64	5,74	0,17	0,57
17.	17,52	58,34	6,92	3,50	7,36	0,23	—	5,12	0,11	—
18.	11,33	54,00	9,23	1,24	6,45	0,11	0,62	16,18	0,29	0,53
19.	10,5	84,8	1,7	—	—	3,0	—	—	—	—
20.	7,213	75,930	11,343	1,243	0,289	1,741	0,786	—	—	—

1) Von Silbernaaler Frischhütte bei Clausthal, nach Metzger. 2) Von Sollinger Hütte im Hannoverschen, n. Lampadius. 3) Von Frettevale, nach Karsten. 4) Von Guerigny, nach dems. 5) Von Skebo, nach Sefström. 6) Von Rybnik, nach Karsten. 7) Vom Hartzzerrennen von Sauvigny, nach Berthier. 8) Von Torgelow aus phosphorhaltigem Roheisen, nach Berthier. 9) Von der Kochschmiede in Norwegen, nach Ström. 10) Von Rybnik, n. Karsten. 11) Von der Wallonenschmiede zu Gysinge in Schweden, nach Winkler. 12 u. 13) Von Lauchhammer, nach Lampadius. 14) Nach Hoffmann = $6 \text{ Fe}^3 \ddot{\text{Si}} + \text{Fe}^9 \ddot{\text{Fe}}$ oder $3 (\text{Fe}^3 \ddot{\text{Si}} + 3 \text{ Fe}^6 \ddot{\text{Si}}) + \text{Fe} \ddot{\text{Fe}}$, oder, wenn man das $\ddot{\text{Fe}}$ als Stellvertreter der $\ddot{\text{Si}}$ ansieht, $\text{Fe}^4 (\ddot{\text{Si}}, \ddot{\text{Fe}}) = \text{Fe}^2 (\ddot{\text{Si}}, \ddot{\text{Fe}}) + \text{Fe}^6 (\ddot{\text{Si}}, \ddot{\text{Fe}})$. 15) Vom Frischen am Schwallboden zu Reichenau im Oesterr., nach Widtermann = $\text{R}^6 \ddot{\text{Si}}$ bis $\text{R}^9 \ddot{\text{Si}}$, wenn man die Sauerstoffmenge im $\ddot{\text{Fe}}$ zu jener der

Si addirt. 16) Schwallboden, ebendaher, welcher aus der Schlacke Nr. 15 gebildet wird = $\dot{R}^{12} \ddot{Si}$. 17) Zu gaare Schlacke, ebend. = $\dot{R}^6 \ddot{Si}$. 18) Vom Rohgange, ebendas. = $\dot{R}^9 \ddot{Si}^2 + \dot{R}^9 \ddot{Fe}^2 = \dot{R}^9 (\ddot{Si}, \ddot{Fe})^2 = \dot{R}^6 \ddot{Si} + \dot{Fe}^3 \ddot{Fe}$. 19) Gaarschl. von Mägdesprung, nach *Wiegand*. 20) Lacht von der Löschfeuerschmiede, nach *Karsten*.

B. Schlacken vom Flammofenfrischen (Puddeln).

Nr.	Si	Fe	Mn	Ca	Mg	Al	Fe	Fe
1.	36,8	61,0	—	—	—	1,5	—	—
2.	42,4	52,0	—	—	—	3,3	—	—
3.	46,1	45,0	1,9	1,0	2,0	3,0	—	—
4.	27,6	52,0	—	20,4	—	—	—	—
5.	29,60	48,43	1,13	0,47	0,35	1,28	17,11	1,61
6.	23,86	39,83	6,17	0,28	0,24	0,91	23,75	0,62

1) Von Dowlais bei Merthyr Tidvil in England, dicht graulich schwarz, nach *Berthier*. 2) Desgl. krystallinisch und aus grossen unter einander verwachsenen schwärzlich grauen Blättern bestehend. 3) Von Skebo in Schweden, nach *Sefström*. 4) Von Couvain in den Niederlanden, nach *Berthier*. 5 u. 6) Aus England, letztere von Bloomfield bei Tipton, rhombisch krystallisirt nach der Form des Eisenchrysoliths, nach *Percy*.

C. Schlacken aus Schweissöfen.

Nr.	Si	Fe	Mn	Ca	Mg	Al	Fe	C	Verlust	Sauerstoffverh. zwischen Si und Basen.
1.	33,47	65,83	0,74	—	—	—	—	—	—	—
2.	34,00	55,36	—	0,36	Spr.	—	8,49	1,79	17,66	12,39

1) Aus Schweden, krystallisirt nach *Dugendt*.

2) Von Wasseralfingen, sehr grobblättrig und mit dünnen Krystallblättern besetzt, von 3,755 spec. Gew., nach *Rammelsberg* = $6 \dot{Fe}^2 \ddot{Si} + \dot{Fe} \ddot{Fe}$ oder $\dot{Fe}^2 (\ddot{Si}, \ddot{Fe})$.

D. Schlacken aus dem Feineisenfeuer.

Nr.	Si	Fe	Mn	Al	Fe	P	Ca	Mg
1.	27,6	61,2	—	4,0	—	7,2	—	—
2.	32,2	66,5	0,9	—	—	1,7	—	—
3.	13,69	73,22	—	—	13,09	—	—	—
4.	22,76	61,28	3,58	7,30	—	—	3,41	0,76

1) Von Dudley bei Birmingham, nach *Berthier*. 2) Von Firmy, nach dems. 3) Von Stourbridge, nach *Rammelsberg* = $2 \dot{Fe}^6 \ddot{Si} + \dot{Fe}$

$\ddot{\text{Fe}}$ oder $\ddot{\text{Fe}}^3$ ($\ddot{\text{Si}}$, $\ddot{\text{Fe}}$) + $\ddot{\text{Fe}}^6$ ($\ddot{\text{Si}}$, $\ddot{\text{Fe}}$), deutliche Aggregate regelmässiger Octaeder. 4) Von Bromford bei Birmingham, nach *Percy*.

E. Schlacken vom Rohstahlfrischen.

N ^o	$\ddot{\text{Si}}$	$\ddot{\text{Fe}}$	$\ddot{\text{Mn}}$	$\ddot{\text{Ca}}$	$\ddot{\text{Mg}}$	$\ddot{\text{Al}}$	$\ddot{\text{Fe}}$	C
1.	23,0	45,0	29,0	2,0	1,0	1,0	—	—
2.	19,0	51,5	10,5	17,0	1,0	1,0	—	—
3.	8,0	80,0	3,5	7,0	0,5	0,5	—	—
4.	29,3	40,4	10,0	14,3	1,0	1,0	—	—
5.	21,0	70,2	3,5	4,3	0,5	0,5	—	—
6.	19,0	64,8	12,6	1,8	0,4	—	—	—
7.	19,10	69,92	3,80	—	—	1,25	4,15	1,41
8.	13,30	76,80	1,70	4,90	—	2,10	—	—
9.	9,20	84,40	2,30	1,40	3,00	1,90	—	—

1) Von Alleward, nach *Berthier*, vom Einschmelzen. 2 u. 3) Desgl. während des Frischens gefallen. 4 u. 5) Von Rives-de-Gier bei St. Etienne, n. dems. 6) Von Müsen, n. dems. 7) Von Solinger Hütte im Hannoverschen, nach *Lampadius*. 8 u. 9) Von Schishyttan, n. *Fellin*, von verschiedenen Perioden des Frischens.

VII. Kupuloofenschlacken.

	$\ddot{\text{Si}}$	$\ddot{\text{Al}}$	$\ddot{\text{Fe}}$	$\ddot{\text{Mn}}$	$\ddot{\text{Ca}}$	$\ddot{\text{Mg}}$	$\ddot{\text{Ca}}$
1.	45,59	11,88	1,11	0,91	38,20	—	1,76

1) Aus einem Kupuloofen, worin Gusseisen unter Zusatz von Kalk umgeschmolzen wurde; lange gelbe tetragonale Prismen nach Humboldttilith = $3 \ddot{\text{R}}^2 \ddot{\text{Si}} + \ddot{\text{Al}} \ddot{\text{Si}}$.

VIII. Eisenhohofenschlacken.

Die Schlacken aus Eisenhohöfen und Blauöfen zeigen in Bezug auf ihren Silicierungsgrad eine grosse Verschiedenheit. Nach *Plattner* kommen folgende Verbindungen vor: Zusammen-
setzung der
Eisenhohofen-
schlacken.

$m \text{ Ca}^3 \ddot{\text{Si}} + \ddot{\text{Al}} \ddot{\text{Si}}$ mit geringen Mengen $\ddot{\text{Fe}}$, $\ddot{\text{Mn}}$, $\ddot{\text{Mg}}$

$m \text{ Ca}^3 \ddot{\text{Si}}^2 + \ddot{\text{Al}} \ddot{\text{Si}}$ „ „ „ „ „ „

$m \text{ Ca} \ddot{\text{Si}} + n (\ddot{\text{Mg}}, \ddot{\text{Mn}}, \ddot{\text{Fe}})^3 \ddot{\text{Si}}^2 + \ddot{\text{Al}} \ddot{\text{Si}}$.

m (Ca, Mg) Si + Al Si incl. geringer Mengen Fe und Mn

m (Ca, Mg) Si + Al Si² „ „ „ „ „

m (Ca, Mg) Si + (Ca, Mg)³ Al² „ „ „ „ „

Ausserdem enthalten derartige Schlacken öfters geringe Mengen K, Na, Ca, Ca Fl, P. Dieselbe variiren hiernach zwischen Singulo- und Trisilicaten, die grosse Mehrzahl nähert sich einem mittleren Verhältniss. Die Schlacken aus Holzkohlenöfen pflegen Bi- und Trisilicate zu sein und die aus Cokesöfen nähern sich mehr den Singulosilicaten.

Nach *Guettier*¹⁾ schwankt die Zusammensetzung der Eisenhohofenschlacken zwischen

Si	Ca	Al	Mg	Fe
35—70%	15—40%	1—25%	0—20%	1—50%

Wichtige Beiträge zur Kenntniss von Eisenhohofenschlacken sind von *Rammelsberg*²⁾ und ganz neuerdings von *Hausmann*³⁾ geliefert.

Hinsichtlich der chemischen Zusammensetzung dieser Schlacken, deren Verschiedenheit in der grossen Verschiedenartigkeit der Eisenerze und der sie begleitenden Mineralsubstanzen begründet ist, unterscheidet *Hausmann* folgende Arten, deren Mischungsverhältnisse und Krystallisationen mit gewissen natürlichen Mineralsubstanzen übereinstimmen, während andere sich bis jetzt auf solche noch nicht zurückführen lassen.

1) Pyroxensubstanz R^3 (Si, Al)², welche am häufigsten und in den mannigfachsten Modificationen vorkommt, z. B. als Wollastonit $Ca^3 Si^2$ die Schlacke Nr. 28; als Diopsid $(Ca, Mg)^3 Si^2$ die Schlacke Nr. 24; dem Diopsid ähnlich die Schlacken Nr. 25 und 26, in welchen ein verhältnissmässig geringerer Gehalt an Magnesia und ein grösserer, die Kieselerde vertretender Thonerdege-

¹⁾ Polyt. Centr. 1849. p. 1307.

²⁾ *Pogg.*, Ann. LXXIV, 95. Bgwfd. XII, 545.

³⁾ Studien d. Götting. Ver. VI, 323. (1854.)

halt gefunden wurde. Die Schlacken Nr. 3—11 weichen durch ihren bedeutenden Gehalt an Mn von der Pyroxensubstanz ab, sowie die Schlacken Nr. 15—19 durch einen bedeutenden Gehalt an Ba. Die Schlacke Nr. 42 hat die meiste Aehnlichkeit mit dem Augit $(\text{Ca}, \text{Mg}, \text{Fe})^3 (\ddot{\text{Si}}, \ddot{\text{Al}})^2$, unterscheidet sich aber davon durch einen grössern Kalkerdegehalt, so wie durch einen unbedeutenden Antheil von Talkerde und weniger Eisenoxydul.

2) Gehlenitsubstanz $2 \ddot{\text{R}}^3 \ddot{\text{Si}} + \ddot{\text{R}}^2 \ddot{\text{Si}}$ oder $3 \ddot{\text{R}}^3 \ddot{\text{Si}} + \ddot{\text{R}}^3 \ddot{\text{Si}}$. Hierher gehören z. B. die Schlacken Nr. 40 und 43 und theilweise die Schlacken Nr. 3—11 und Nr. 15—19, welchen ein Dimorphismus eigen zu sein scheint, indem sie nach den Formen des Pyroxens und des Gehlenits krystallisiren.

3) Humboldttilithsubstanz $2 \ddot{\text{R}} \ddot{\text{Si}} + \ddot{\text{R}} \ddot{\text{Si}}$, z. B. die Schlacken Nr. 31—38. Derartige Schlacken pflegen sich besonders beim Verschmelzen thoniger Sphärosiderite mit kalkigen Zuschlägen und Cokes zu erzeugen, dagegen nicht beim Verhütten von Magneteisenstein, Eisenglanz, Rotheisenstein, Brauneisenstein und Gelbeisenstein mit Holzkohlen.

4) Feldspathsubstanz $\ddot{\text{R}} \ddot{\text{Si}} + \ddot{\text{Al}} \ddot{\text{Si}}^3$, wie Nr. 44, in welcher das $\ddot{\text{K}}$ durch Ca vertreten ist.

5) Peridotsubstanz $\ddot{\text{R}}^3 \ddot{\text{Si}}$, für die Stabeisen- und Stahl-Darstellungsprocesse wichtig und als $\text{Fe}^3 \ddot{\text{Si}}$ häufig vorkommend, bildet sich zuweilen bei Eisenblau- und Hohöfen.

6) Smaragds substanz $\ddot{\text{R}}^3 \ddot{\text{Si}}^2 + \ddot{\text{Al}} \ddot{\text{Si}}^2$. Die von Koch mit Kieselschmelz bezeichnete Schlacke (Schlacken Nr. 1, 2) kann, wenn die obige Formel für die Smaragds substanz richtig ist, als ein Smaragd betrachtet werden, in welchem die Beryllerde durch Kalkerde vertreten ist. Der Kieselschmelz kommt besonders bei Holzkohlenöfen vor, welche kalkige, thonige und kieselige Roth- und Gelbeisensteine verschmelzen, und ist nach den neueren

Untersuchungen von *Limpricht* und *Knop* aus $\text{Ca}^3 \text{Si}^2 + \text{Al Si}^2$ mit einer Beimengung von Pyroxensubstanz $\text{R}^3 \text{Si}^2$ zusammengesetzt.

7) Chytophyllitsubstanz $\text{R} (\text{Si}, \text{Al})$. Diese mit keiner natürlichen Mineralsubstanz übereinstimmende Zusammensetzung ist einer von *Hausmann* beschriebenen Schlacke aus Eisenhohöfen am Harze (Nr. 21) und im Nassau'schen eigen.

Ausser diesen wesentlich verschiedenen Arten von krystallisirten Eisenhohofenschlacken scheinen nach *Hausmann* noch mehrere andere vorzukommen, welche auf eine genauere Untersuchung und Bestimmung warten. Sehr häufig kommen Verschmelzungen von Schlackenmassen verschiedener Zusammensetzung vor, welche weder als chemische Verbindungen, noch insofern als mechanische zu betrachten sind, dass sie sich durch mechanische Mittel aufheben lassen, und es dürften zum Theil wenigstens darin die Schwankungen eine Erklärung finden, welche die Resultate sorgfältiger Schlackenanalysen nicht selten zeigen. Aehnliche Erscheinungen kommen in der Natur vor, auch krystallisiren manche solcher Gemenge (z. B. gemischter Vitriol) und nehmen die Form des einen der Gemengtheile (des Eisenvitriols) an, selbst wenn der andere (Kupfervitriol) in bedeutender Quantität vorhanden ist. Für Gemenge, welche in der Mitte stehen zwischen einer chemischen Verbindung und einer solchen mechanischen Verbindung, die nur durch chemische Mittel aufgehoben werden kann, ist der Ausdruck Verschlingung vorgeschlagen worden.

Aggregatzu-
stand der
Schlacken.

Der Aggregatzustand der Eisenhohofenschlacken hängt theils von ihrer chemischen Zusammensetzung, theils von zufälligen Umständen und Einwirkungen ab, z. B. von der rascheren oder langsameren Abkühlung, von der Berührung mit Wasser oder mit andern Körpern u. dgl. mehr. Abgesehen von der verschiedenen chemischen Zusammensetzung der Eisenhohofenschlacken sind nach *Hausmann* (c. l.) folgende Hauptabänderungen ihres Aggregatzustandes zu unterscheiden:

1) Krystallinische Schlacken, theils in ausgebildeten Krystallindividuen, theils in Massen von krystallinischem Gefüge. Die Krystalle sind entweder ein- oder aufgewachsen; die derben krystallinischen Massen sind strahlig, fasrig, oder blättrig strahlig, und zwar das Strahlige oder Fasrige am häufigsten verworren, zuweilen gleichlaufend oder concentrisch auseinander laufend, beim Blättrigen und Strahligen gewöhnlich zum Perlmutterglanz und beim Fasrigen zum Seidenglanz hinneigend. Derbe krystallinische Schlacken sind gewöhnlich nur an den Kanten durchscheinend, selten völlig durchscheinend.

2) Porzellan- und steinartige Schlacken, zwischen krystallinischen und glasigen stehend, mit gewöhnlich unebenem, selten muscheligen Bruche, schwachem, gewöhnlich wachs- oder fettartigem Glanze, oft nur schimmernd oder ganz matt; nur an den Kanten durchscheinend oder völlig undurchsichtig. Farbe weiss, grau, blau, grün, gelb, braun, oft unbestimmt und unrein, zuweilen, wie solches besonders bei den grünen und blauen Farben der Fall ist, ausgezeichnet rein und hoch. Durch Abwechslung verschiedener Farbe entstehen geaderte, geflammte, gefleckte, gebänderte Farbenzeichnungen. Im Ganzen nähern sich die Farben mehr denen der krystallinischen Schlacken, als denen der glasigen.

3) Glasartige Schlacken kommen am gewöhnlichsten vor und aus denselben pflegen erst die krystallinischen und porzellan- und steinartigen zu entstehen. Zuweilen haben zusammen vorkommende krystallinische und glasartige Schlacken dieselbe Zusammensetzung¹⁾ und die Entstehung krystallinischer Schlacken ist nicht immer ein Beweis für eine zweckmässige Beschickung.²⁾ Je glasartiger die Schlacke, desto vollkommener ist der muschlige Bruch, desto lebhafter der Glanz und desto grösser die Durchscheinheit. Selten kommen völlig farblose oder weisse oder schwarze glasige Schlacken vor, sehr gewöhnlich sind sie in den verschiedensten Abstufungen

¹⁾ *Rammelsberg*, Metallurgie. p. 89.

²⁾ *Karsten*, Eisenhüttenkunde III, §. 680. p. 218.

grau mit grünlichem, gelblichem, bräunlichem und bläulichem Anstrich, ferner grün in den mannigfaltigsten Abstufungen (seladongrün, meergrün, apfelgrün, lauchgrün, pistaziengrün, olivengrün, ölgrün). Ein nicht unbedeutender Mangangehalt pflegt gewisse lebhaftere, namentlich apfel- und pistaziengrüne Schattirungen, besonders aber eine kolophoniumbraune Färbung hervorzubringen, während die satteren grünen Färbungen in der Regel einen bedeutenden Eisengehalt anzeigen. Auch kommen leberbraune und schön blaue Farben vor, welche letztere theils in Grau, theils in Grün verlaufen. Wolkige, flammige, geaderte, gebänderte, gefleckte Zeichnungen kommen nicht selten vor und werden theils durch verschiedene dunklere und hellere Schattirungen derselben Farbe, theils durch verschiedene Arten von Farben derselben Gattung, theils durch verschiedene Gattungen von Farben, z. B. Grau und Blau, Grün und Blau, Grün und Braun dargestellt.

Durch langsame Abkühlung glasiger Schlacken entstehen porzellan- und steinartige, auch krystallinische Schlacken von der verschiedensten Färbung, wofür die Gossen- oder Leistenschlacken einen Beweis liefern. Im Allgemeinen befördern leichtflüssige Beschickungen die Entstehung glasartiger Schlacken; dagegen erfolgen porzellan- und steinartige, sowie krystallinische Schlacken besonders bei strengflüssigen Beschickungen.

4) Porphyrtartige Schlacken sind durch Aussonderung von Krystallindividuen in einer Grundmasse von abweichender Beschaffenheit charakterisirt. Je nachdem die Grundmasse entweder von krystallinischer oder von anderer Beschaffenheit ist, unterscheidet man

a) Porphyrtartige Schlacken mit krystallinischer Grundmasse. So liegen z. B. in einer aus Chytophyllit (Nr. 21) bestehenden perlgrauen, ins Lavendelblaue neigenden Grundmasse mit blättrig strahligem glänzenden Gefüge Krystalle von Kieselschmelz (Nr. 1) gewöhnlich in regulär sechsseitig prismatischer Form und von mattem, gelblich weissem Ansehen.

b) Porphyrtartige Schlacken mit porzellan- oder steinartiger Grundmasse. Es kommen Krystalle

von Kieselschmelz in einer solchen Grundmasse vor, welche im Bruche unvollkommen muschelig, wenig fettartig glänzend oder schimmernd, durchscheinend und von perlgrauer ins Violette neigender Farbe ist. Schlacken aus den Altenauer und Rothehütter Hohofen am Harze zeigen diese Beschaffenheit; desgleichen die Feldspathschlacke von Veckerhagen (Nr. 44), wo in einer steinigen, theils matten, theils schimmernden, grünlich schiefergrauen Grundmasse unzählige prismatische Krystalle, etwa von der Länge einer Linie, von weisser Farbe und lebhaftem Glanze liegen.

c) Porphyrtartige Schlacken mit glasartiger Grundmasse. Diese Art Schlacken sind am häufigsten. Gewöhnlich stechen sie meist nur auf dem Bruche schimmernder oder matter Krystalle bei hellerer Farbe gegen die mehr oder weniger stark glänzende Grundmasse von grüner, brauner oder grauer Farbe ab. Auf diese Weise kommen Krystalle des Kieselschmelzes, des Humboldtiliths, des Pyroxens und des Gehlenits vor. Bei diesen Schlacken ist die Gesamtmischung entweder in zwei verschiedene Mischungen von bestimmten Verhältnissen zerfallen (Chytophyllit und Kieselschmelz), oder es haben sich Krystalle von einer bestimmten Zusammensetzung von der übrigen Masse gesondert, deren Bestandtheile nicht nach einem festen Verhältniss verbunden sind, oder Krystalle und Grundmasse haben noch dieselbe Zusammensetzung (Nr. 3—11). Glasige Schlacken können ebenso, wie krystallinische, nach bestimmten Verhältnissen zusammengesetzt sein.

5) Variolitartige Schlacken. Der variolitartige Aggregatzustand unterscheidet sich von dem porphyrtartigen dadurch, dass nicht Krystalle, sondern sphärische oder kugelförmige Theile einer gewissen Schlackenmasse in einer Grundmasse von abweichender Beschaffenheit sich befinden. Die Bildung dieser Theile ging durch Centralattraction, durch eine Aussonderung gleichartiger Theile und Vereinigung derselben um gemeinschaftliche Mittelpunkte der Anziehung vor sich.

Beim Uebergange der porphyrtartigen Structur in die variolitartige zeigen sich zuerst einzelne unvollkommen

ausgebildete Krystalle um einen Anziehungspunct versammelt. Indem deren Anzahl wächst, vermindert sich zugleich ihre Deutlichkeit; es erscheinen Kugeln mit Krystallspitzen nach aussen und einer krystallinischen, concentrisch stänglichen Absonderung im Innern. Allmählig verschwindet auch diese Absonderung und die Kugeln erscheinen porzellan- oder steinartig, zuweilen mit verschieden gefärbtem Kern oder mit Ringen derselben Masse in der Umgebung der Kugeln. Letztere, deren Grösse zwischen 1''' und 1/2" Durchmesser wechselt, finden sich entweder einzeln, oder es liegen mehrere zusammen, oder sie verfliessen in einander und gehen so allmählig in derbe, unbestimmt geformte Massen über.

Die Grundmasse dieser Schlacken ist von der der Absonderungen bald mehr, bald weniger verschieden. Bei glasiger Grundmasse sind die Ausscheidungen oft krystallinisch, porzellan- oder steinartig; bei steinartiger matter Grundmasse von muschligem Bruche, letztere porzellanartig von unvollkommen muschligem, wenig fettig glänzendem Bruche. Die glasige Grundmasse ist oft grün, braun oder dunkelgrau, die Ausscheidungen dagegen von lichtgrauer, gelblicher oder weisser Farbe.

In Betreff der Zusammensetzung der Grundmasse und der Ausscheidungen gilt das unter 4) Gesagte.

6) Blasige und schaumige Schlacken. Blasige Schlacken nennt man solche, in denen die Blasenräume im Verhältniss zur übrigen Masse untergeordnet sind, während bei schaumigen Schlacken die Blasenräume mehr oder weniger vorwalten. Die Bildung der Blasen geschieht entweder innerhalb des Hohofens — durch die Hohofengase, die Wasserdämpfe oder die Gebläseluft oder ausserhalb desselben, wenn die Schlacke entweder mit der feuchten Hüttensohle in Berührung kommt, oder wenn Wasser auf dieselbe gegossen wird. Auf letztere Weise bildet sich z. B. die bimsteinähnliche Gaarschlacke von schnee-, graulich- oder grünlich-weisser Farbe aus einer sonst vollkommen glasartigen, verschieden gefärbten Schlacke. Zuweilen finden sich in den Blasenräumen

Graphitkrystalle, nicht zu verwechseln mit den in Schlackenmassen eingehüllten Graphitblättchen.

7) Fadige Schlacken. Zartfadige, seidenartig glänzende und dem Asbeste ähnliche Schlacken entstehen, wenn eine von vielen sehr kleinen Blasen erfüllte, glasige Schlackenmasse durch irgend eine ziehende Einwirkung eine Längung erleidet, welche die kleinen Blasen in mikroskopische Röhrchen verwandelt.

8) Haarschlacke. Haarförmige Schlacken, welche aus gewöhnlich durch einander gewirrten, seltener parallelen, bald kürzern, bald längeren Schlackenfäden von verschiedener Stärke bestehen, an denen zuweilen kleine Schlackenkugeln hängen, werden in den Formen der Hohöfen durch das Zurückprallen der Gebläseluft besonders bei leichtflüssiger Beschickung gebildet.

9) Pseudomorphische Schlacken. Eine zur Fischbacher Schmelze bei Saarbrück vorgekommene Schlacke stellte sich als eine Verdrängungspseudomorphose nach Holzkohle dar. Es zeigte sich die pseudomorphische Bildung an Holzkohlenstückchen, welche ohne vollkommen zersetzt zu sein, zugleich mit der Schlacke aus dem Gestelle gelangten. Die Kohle ist theilweise in eine Schlackenmasse umgewandelt, welche die Form der Holzfibern angenommen hat und die feinsten, parallelen Fasern darstellt, welche seidenartig schimmernd oder wenig glänzend, durchscheinend, von gelblich-, bräunlich- oder grünlich weisser Farbe, glasartig spröde, stechend und scharf anzufühlen sind.

Was das Verhältniss des specifischen Gewichtes und der Härte zum Aggregatzustande der Eishohofenschlacken betrifft, so haben desfallsige Untersuchungen ergeben, dass die Dichtigkeit um so mehr zunimmt, je rascher die Abkühlung von statten geht und in demselben Grade sich vermindert, je langsamer sie erfolgt. In Ansehung der Härte verhält es sich umgekehrt, indem die langsamer abgekühlten und dadurch steinartig oder krystallinisch gewordenen Schlacken eine etwas grössere

Spec. Gew. und
Härte der
Schlacken.

Härte besitzen, als die durch raschere Abkühlung in einen glasartigen Zustand versetzten.¹⁾

Farben der
Schlacken.

Die Farben der Eisenhohofenschlacken können die pag. 286 erwähnten sein; nicht selten kommen schön blaue Farben vor. *Gmelin*, *Beckmann* und *Klaproth* hielten Eisen für den Farbstoff, *Lampadius*²⁾ Phosphorsäure, *Quantz*³⁾ Blausäure, *Berthier*⁴⁾ und *Kersten*⁵⁾ Titanoxyd, *Kersten*⁶⁾ auch Vanadinsäure, *Hausmann*⁷⁾ glaubte früher, dass das färbende Princip von verschiedenen Verhältnissen des Kohlenstoffs und Sauerstoffs im Ofen herrühre, so dass blaue Schlacken entstünden, wenn ersterer, und grüne Schlacken, wenn letzterer vorwalte. *Fournet*⁸⁾, welcher bei Entglasung des grünen Bouteillenglases das Eintreten einer schön blauen Farbe beobachtete, hält es für wahrscheinlich, dass die Farbe nur einen physikalischen Grund habe, vielleicht Folge einer besondern Gruppierung der kleinsten Theile der Masse sei. Nach *Bontemps*⁹⁾ kann ein und dasselbe Metalloxyd (z. B. Eisenoxydul, Mangan-oxydul) unter gewissen Umständen, namentlich bei verschiedenen Temperaturen den Gläsern verschiedene Farben ertheilen. Nach *Hausmann's*¹⁰⁾ neueren Untersuchungen kommen zweierlei Arten von blauen Schlacken vor, nämlich:

1) solche, welche nur bei auffallendem Lichte blau erscheinen und ein weisses oder lichtgraues Pulver geben. Ihre Entstehung hängt, wie *Fournet* angegeben hat, von einem gewissen zwischen dem vollkommen glasartigen

¹⁾ *Hausmann* in den Studien des Götting. Ver. VI, 400.

²⁾ *Lampad.*, Hüttenk. Thl. I, p. 87.

³⁾ Pract. Abh. über die Eisen- und Stahlmanipulation der Herrschaft Schmalkalden. 1799. p. 73.

⁴⁾ Ann. d. min. 3 sér. XIV, 135.

⁵⁾ *Pogg.*, Ann. XLIX, 229; L, 313.

⁶⁾ *Pogg.*, Ann. LI, 539; LII, 629.

⁷⁾ Nordteutsche Beitr. 1 Stck. 1806. p. 122.

⁸⁾ *Erdm.*, J. f. pr. Ch. XXVI, 321; Bgwfd. VI, 383; B. u. h. Ztg. 1848, p. 838.

⁹⁾ *Erdm.*, J. f. pr. Ch. XLIX, 175.

¹⁰⁾ Oestr. Zeitschr. f. Berg- u. Hüttenw. 1854. p. 94. Stud. d. Götting. Ver. VI, 355 (1854).

und krystallinischen in der Mitte stehenden Aggregatzustand ab, so dass sie nur zum Vorschein kommen, wenn die Schlacke weder sehr rasch, noch sehr langsam erkaltet. Am häufigsten bilden sie sich beim Verschmelzen von Rotheisenstein, Gelbeisenstein, Limonit und bei Anwendung von Holzkohlen (z. B. Steinrenner Hütte am Harz), seltener erfolgen sie von Spath- und Brauneisensteinen und bei Benutzung von Cokes;

2) solche, welche in der Masse blau gefärbt sind, so dass auch das Pulver diese Färbung hat. Dieselben entstehen besonders in mit Cokes betriebenen Eishohöfen, wenn sie allmählig dadurch entglast werden, dass sie eine längere Zeit in der Umgebung von glühenden Cokes gelegen haben. Sie sind schwach durchschimmernd oder undurchsichtig mit unebenem oder muschligem Bruche, inwendig von verschiedener, oft rein blauer Färbung, auswendig gewöhnlich grau. Nach *Wöhler* dürfte der Grund dieser Färbung in der Bildung eines Ultramarin ähnlichen Körpers liegen, nur dass an die Stelle des Schwefelnatriums Schwefelcalcium getreten und in Folge dessen die Färbung der Schlacke nicht so schön, als die des Ultramarins ist. Letzteres ist ein aus Si, Al und Na bestehendes, durch ein Schwefelsalz von Schwefelnatrium und Schwefeleisen gefärbtes Glas.¹⁾

A. Krystallinische und krystallisirte Schlacken.²⁾ Analysen von krystallisirten Schlacken.

N ^o	Si	Al	Ca	Fe	Mn	Mg	K	Na	Ca	Ba	S
1.	57,82	6,91	26,11	0,18	1,86	3,96	—	—	—	—	—
2.	59,65	5,54	27,79	2,64	0,99	1,09	—	—	—	—	—
3.	39,99	5,88	20,56	4,03	25,04	2,41	—	—	—	—	—
4.	41,08	10,88	23,76	1,69	20,57	0,58	—	—	—	—	—
5.	41,41	10,56	25,31	1,42	20,66	0,42	—	—	—	—	—
6.	41,49	4,96	26,66	0,44	24,85	1,10	—	—	—	—	—
7.	42,64	6,58	25,35	1,02	21,65	0,34	—	—	—	—	—

¹⁾ *Erdm.*, J. f. pr. Ch. XXIV, 385. *Dingl.*, LXXXIII, 461; LXXXIV, 467; LXXXV, 53, 467; C, 266.

²⁾ *Karsten*, Eishüttenkde. 3. Aufl. III, 215. — *Valerius*, Handb. d. Roheisenfabr., deutsch v. *Hartmann*. Freiberg bei Engelhardt 1851. p. 91, 418. — *Rammelsberg*, Metallurgie p. 79.

Nr.	Si	Al	Ca	Fe	Mn	Mg	K	Na	Ca	Ba	S
8.	43,58	5,12	20,00	5,83	22,18	2,18	—	—	1,11	—	—
9.	39,19	9,52	24,19	3,20	23,88	0,62	—	—	—	—	—
10.	39,03	9,75	24,39	4,35	21,97	0,64	—	—	—	—	—
11.	38,58	11,27	21,55	3,25	24,53	0,82	—	—	—	—	—
12.	36,22	8,14	28,01	2,14	23,52	1,92	—	—	—	—	—
13.	36,17	8,17	31,73	2,33	20,74	0,53	—	—	—	—	—
14.	35,37	6,02	28,22	1,26	20,52	0,83	0,58	—	0,70	0,06	0,65
15.	36,63	4,85	25,92	bei Al	19,05	4,71	—	—	—	7,59	0,32
16.	37,22	3,74	27,07	bei Al	20,51	2,84	—	—	—	8,26	0,33
17.	38,54	3,13	29,93	bei Al	11,20	9,17	—	—	—	7,91	0,90
18.	39,02	0,81	24,26	1,85	28,97	0,54	0,36	—	—	1,02	2,90
19.	42,52	0,81	27,63	1,13	26,82	0,52	0,38	—	—	0,91	4,99
20.	43,6	Spr.	17,0	Spr.	26,3	4,8	—	—	—	4,6	1,0
21.	54,90	5,08	20,35	20,79	—	—	—	—	—	—	—
22.	48,20	8,41	37,67	0,97	2,23	0,74	0,75	—	0,83	—	—
23.	48,87	7,93	38,12	0,91	3,26	0,40	—	0,51	—	—	—
24.	54,69	1,53	23,56	0,07	1,66	15,37	1,15	1,93	—	—	—
25.	55,25	5,71	27,60	1,27	3,18	7,01	—	—	—	—	—
26.	53,37	5,12	30,71	0,95	1,41	9,50	—	—	—	—	—
27.	56,98	5,58	18,87	5,65	—	13,56	—	—	—	—	—
28.	49,73	7,82	40,78	0,31	—	—	—	—	—	—	—
29.	45,0	13,0	34,0	2,0	3,5	0,3	—	—	—	—	0,8
30.	42,06	12,93	32,53	4,94	2,26	1,06	2,69	—	1,03	Al ² P =	0,31
31.	40,3	14,0	35,0	1,6	1,9	5,7	—	—	—	—	—
32.	38,05	14,11	35,70	1,27	0,40	7,61	1,85	—	0,82	—	—
33.	37,63	12,78	33,46	3,91	2,64	6,64	1,92	—	0,68	—	—
34.	40,6	16,8	32,2	10,4	—	—	—	—	—	—	—
35.	36,6	18,4	35,8	2,0	—	4,8	—	—	—	—	1,0
36.	43,2	12,0	35,2	4,2	—	4,0	—	—	—	—	—
37.	37,91	13,01	31,43	0,93	2,79	7,24	2,60	—	3,65	—	—
38.	39,52	15,11	32,52	2,02	2,89	3,49	1,06	—	2,15	—	—
39.	39,60	12,60	42,85	—	4,30	—	—	—	0,65	—	—
40.	28,32	24,24	40,12	0,27	0,07	2,79	0,64	—	3,38	CaS =	0,26
41.	55,67	13,90	22,22	2,12	2,52	2,10	1,78	—	—	—	0,46
42.	42,75	9,09	38,19	2,77	4,64	0,74	0,39	—	—	0,73	—
43.	32,22	27,81	17,35	—	2,67	5,57	3,05	11,30	—	—	—
44.	66,20	10,40	21,00	1,90	0,10	—	—	—	—	—	—
45.	57,61	4,13	22,71	1,12	4,51	9,38	0,39	—	—	Spr.	—

1) Koch's Kieselschmelz¹⁾ von Harzer Eisenhütten, fast Trisilicat, meist reguläre sechsseitige Prismen oder Tafeln, Combinationen,

¹⁾ Koch, krystallinische Hüttenproducte pag. 40.

die sich auf ein Rhombenoctaeder zurückführen lassen; kommt auch auf der Hohenreiner Hütte im Nassau'schen nach *Sandberger* vor.

2) Gaarschlacke von Ilsenburg am Harze, nach *Gibbs*, bei grauem Eisen mit Holzkohlen erblasen, glasig, von grauer und bräunlicher Farbe, wird durch Abkühlung steinig und graugelb und lässt dann sechseitige Tafeln mit abgestumpften Endkanten erkennen; scheint mit *Koch's* Kieselschmelz identisch zu sein = $7 (\text{Ca}, \text{Fe}, \text{Mg}, \text{Mn}) \ddot{\text{Si}} + 2 \ddot{\text{Al}} \ddot{\text{Si}}$ oder $\ddot{\text{R}} (\ddot{\text{Si}}, \ddot{\text{Al}})$.

3—11) Hohofenschlacken (amorphe und krystallinische von gleicher Zusammensetzung) von Mägdesprung am Harze, n. *Rammelsberg*.¹⁾ In der ein kolophoniumfarbenes durchscheinendes Glas bildenden Grundmasse sind krystallinische Ausscheidungen von grüner Farbe oft so zahlreich vertheilt, dass die Schlacke steinig und krystallinisch erscheint. Die eingewachsenen Krystalle sind anscheinend rechtwinklige Prismen, oft von quadratischem oder rectangulärem Querschnitt, zuweilen Rhomben oder Prismen mit zweiflächiger Zuschärfung der Enden von hellerer Farbe als die übrigen, regelmässig an einander gereiht oder zwillingsartig verwachsen, zuweilen bilden sich auch freistehende, dem zweigliedrigen oder zwei- und eingliedrigen Systeme angehörige Krystalle. Diese Schlacken sind Bisilicate = $(\text{Ca}, \text{Mg}, \text{Mn}, \text{Fe})^3 (\ddot{\text{Si}}, \ddot{\text{Al}})^2$. 3) Von sehr gaarem Gange, glasige Grundmasse. 4) Desgl., die eingewachsenen Krystalle. 5) Von gaarem Gange, die glasige Grundmasse. 6) Von sehr gaarem Gange, grün, durchaus steinig und krystallinisch. 7) Von gaarem Gange mit einzelnen aufgewachsenen Krystallen. 8) Gaarschlacke, n. *Bromeis*. 9) Von halbirttem Gange, glasige Grundmasse, nach dems. 10) Desgl. krystallinische Ausscheidungen. 11) Von sehr rohem Gange, leberbraun, steinig, krystallinisch, mit einzelnen aufgewachsenen Krystallen.

12—14) Schlacken von Mägdesprung, welche zuweilen die Eigenschaft haben, nach einigem Erkalten von selbst mit schwachem Geräusch zu Pulver zu zerfallen. 12) Dicht, steinig, hellgrün, beim Zerfallen compact geblieben, n. *Rienecker* = $\ddot{\text{R}}^2 (\ddot{\text{Si}}, \ddot{\text{Al}}) = \ddot{\text{R}}^3 (\ddot{\text{Si}}, \ddot{\text{Al}})^2 + \ddot{\text{R}}^3 (\ddot{\text{Si}}, \ddot{\text{Al}}) = 4 \ddot{\text{R}}^3 \ddot{\text{Si}} + \ddot{\text{Al}} \ddot{\text{Si}}$. 13) Das durch Zerfallen der vorigen Schlacke entstandene grobe, gelbliche Pulver von derselben Zusammensetzung, n. *Rienecker*. 14) Zerfallene Schlacke späterer Entstehung = $\ddot{\text{R}}^3 (\ddot{\text{Si}}, \ddot{\text{Al}})^2 + 2 \ddot{\text{R}}^3 (\ddot{\text{Si}}, \ddot{\text{Al}}) = 5 \ddot{\text{R}}^3 \ddot{\text{Si}} + \ddot{\text{Al}} \ddot{\text{Si}}$, nach *Pearce*.

15—19) Blauofenschlacken von Louisenthal im Gothaischen, den vorigen ähnlich. 15) Braune glasige Masse, n. *Credner*. 16) Hellgrüne quadratische Prismen und Tafeln aus derselben, nach dems. 17) Glasige Schlacke von einer andern Beschickung, nach dems.; die Zusammensetzung der amorphen und krystallinischen Schlacke

¹⁾ Bgwfd. X, 45, 74; XII, 546. *Pogg.*, LXXIV, 101; B. u. h. Ztg. 1854. p. 68.

ist dieselbe, nämlich $= \dot{R}^2 (\ddot{Si}, \ddot{Al})$ oder $\dot{R}^3 (\ddot{Si}, \ddot{Al})^2 + \dot{R}^3 (\ddot{Si}, \ddot{Al})$.
 18) Durchsichtige colophoniumähnliche Masse, n. *Lampadius*. 19) Undurchsichtig krystallinische Masse daraus, n. dems.

20) Von Pisogna am Lago Iseo in der Lombardei, n. *Audibert*, vom Verschmelzen von Spatheisenstein auf weisses Eisen, steinig, hellolivengrün, wie 15—17.

21) *Hausmann's* Chytrophyllit (Blätterschmelz) von Elender und Altenauer Hütte im Harze, theils in krystallisirtem Kieselschmelz eingewachsen, theils in unregelmässig begränzten Drusenräumen der Schlacken, ähnlich wie manche Disthenabänderungen in bald auseinander-, bald durcheinander laufenden durchscheinenden Blättern und Strahlen von dunkel perlgrauer bis lavendelblauer Farbe und einem zwischen Glas- und Perlmutterglanze stehenden Glanze; nach *Knop's* Analyse $= (\dot{Fe}, \dot{Ca}) (\ddot{Si}, \ddot{Al})$. Kommt nach *Sandberger* auch in den Schlacken der Schelder und Hohenreiner Hütte im Nassau'schen, sowie der Concordiahütte bei Bendorf unweit Coblenz vor.

22 u. 23) Von Sayner Hütte bei Coblenz, hexagonale Tafeln oder Prismen (vielleicht Polylith) von gelblicher oder lauchgrüner Farbe, n. *Schnabel* $= 3 \dot{R}^3 \ddot{Si}^2 + \ddot{Al} \ddot{Si}$. 22) Gelbe Krystalle. 23) Grüne Krystalle; eine ähnliche Schlacke bildet sich nicht selten zur Ilsenburger Hütte am Harze.

24) Von Gammelbo in Westmannland, hinsichtlich ihrer Krystallform und Zusammensetzung mit dem Diopsid übereinstimmend, ein lockeres Aggregat kleiner perlgrauer oder grünlicher Krystalle, n. *Uhrlaub* $= \dot{R}^3 \ddot{Si}^2$.

25 u. 26) Von Olsberg bei Bigge in Westphalen, bei heissem Winde von Roth- und Brauneisenstein gefallen, hellgrau, durchaus krystallinisch, oft in den Formen des Augits krystallisirt. 25) Nach *Rammelsberg*. 26) Nach *Percy* $= 4 \dot{R}^3 \ddot{Si}^2 + \ddot{Al} \ddot{Si}^2 = \dot{R}^6 (\ddot{Si}, \ddot{Al})^5 = \dot{R}^3 (\ddot{Si}, \ddot{Al})^2 + 3 \dot{R} (\ddot{Si}, \ddot{Al})$.

27) Von Hofors, krystallinisch, wie Nr. 25, nach *Lagergreen*.

28) Von Oberweiler im Breisgau, durchscheinend blättrig, von graulich weisser Farbe, dem Tafelspath ähnlich, n. *Walchner* $= 3 \dot{Ca}^3 \ddot{Si}^2 + \ddot{Al} \ddot{Si} = \dot{Ca}^3 (\ddot{Si}, \ddot{Al})^2 + 3 \dot{Ca} (\ddot{Si}, \ddot{Al})$, ähnlich wie Nr. 22 u. 23.

29 u. 30) Von Charleroi, n. *Percy*, sechsseitige Tafeln (Nr. 29) auf derb bläulich grauer Grundmasse und quadratische Prismen (Nr. 30) $= 3 \dot{R}^3 \ddot{Si} + \ddot{Al} \ddot{Si}$.

31—39) Cokeshohofenschlacken von der Zusammensetzung des Humboldttiliths¹⁾ $= 2 (\dot{Ca}, \dot{Mg}, \dot{Fe}, \dot{Mn}, \dot{K})^3 \ddot{Si} + \ddot{Al} \ddot{Si}$. 31) Grüne

¹⁾ *Hausmann*, Beitr. z. metallurg. Krystallkde. p. 39. *Liebig's* Jahresber. 18⁴⁷/₄₈ p. 1170.

vier- u. achtseitige Prismen aus dichter steiniger Schlacke von Merthyr-Tydvil in Wales, n. *Berthier*. 32) Quadratische Prismen, oft mit Abstumpfung der Seitenkanten von Dudley, bei heissem Winde gefallen, n. *Percy*. 33) Desgl. bei fehlerhaftem Ofengange durch Unterbrechung des Windstromes gefallen, nach dems. 34) Desgl., n. *Berthier*. 35) Von Janon St. Etienne, nach dems. 36) Von Dowles in Wales, n. dems. 37) Von Dudley, n. *Forbes*. 38) Von Tipton, n. dems. 39) Von Königshütte in Oberschlesien, n. *Karsten*.

40) Von Dawes Hohofen bei Oldbury in England, dünne rechtwinklige vierseitige Tafeln von weisser Farbe, durchscheinend und von der Zusammensetzung des Gehlenits, n. *Percy* = $3 (\text{Ca}, \text{Mg})^3 \ddot{\text{Si}} + \ddot{\text{Al}}^3 \ddot{\text{Si}}$.

41) Von Seraing, n. *Forbes*, Nr. 26 ähnlich.

42) Aus einem Cokeshohofen zu Ougrée bei Lüttich, n. *Montefiore Levi*; Augitsubstanz = $(\text{Ca}, \text{Mn}, \text{Fe}, \text{Mg}, \text{K})^3 (\ddot{\text{Si}}, \ddot{\text{Al}})^2$.

43) Krystallisirte Schlacke von Holzhausen bei Homburg im Hessischen, vom Verschmelzen eines körnigen, thonigen Gelbeisens mit Kalkzuschlag. Gehlenitsubstanz = $2 (\text{Ca}, \text{Na}, \text{Mg}, \text{K}, \text{Mn})^3 \ddot{\text{Si}} + \ddot{\text{Al}}^2 \ddot{\text{Si}}$.

44) Feldschlacke von Veckerhagen, n. *Wicke* = $(\text{Ca}, \text{Fe}, \text{Mn}) \ddot{\text{Si}} + \ddot{\text{Al}} \ddot{\text{Si}}^3$.

45) Von Russberg bei Temesvar (Banater Grenzbezirk), von *Richter* analysirt; nach *Scheerer* Krystalle von der chemischen Constitution und der paramorphosen Structur des Pitkarandit = $9 \ddot{\text{R}} \ddot{\text{Si}} + \ddot{\text{R}}^3 \ddot{\text{Si}}^2$.

B. Amorphe Schlacken.

1. Schlacken aus Holzkohlenhöfen.

Analysen von
amorphen
Schlacken.

Nr.	$\ddot{\text{Si}}$	$\ddot{\text{Al}}$	Ca	Mg	Fe	Mn	K	Na	Cu	Ti	S
1.	44,4	17,0	28,4	1,6	4,4	2,0	—	—	—	—	—
2.	45,4	18,2	27,4	2,4	4,5	—	—	—	—	—	—
3.	50,0	18,6	26,4	2,0	2,4	—	—	—	—	—	—
4.	39,0	26,0	19,6	2,4	5,0	—	—	—	—	—	—
5.	55,2	19,2	19,2	1,4	3,4	1,4	—	—	—	—	—
6.	50,2	12,6	35,4	0,6	0,8	—	—	—	—	—	—
7.	60,0	7,4	20,6	7,2	3,0	3,6	—	—	—	—	—
8.	56,0	6,5	13,0	9,3	5,0	9,5	—	—	—	—	—
9.	53,0	1,0	15,0	8,0	10,0	10,0	—	—	—	—	—
10.	71,0	2,5	7,2	5,2	5,0	6,5	—	—	—	—	—
11.	52,0	5,0	30,2	5,2	1,6	4,7	—	—	—	—	—
12.	47,0	23,9	20,6	—	4,0	3,0	—	—	—	—	—
13.	40,4	16,8	27,2	1,2	21,0	0,8	—	—	—	—	—
14.	59,8	5,7	19,9	11,9	2,0	—	—	—	—	—	—

N ^o	Si	Al	Ca	Mg	Fe	Mn	K	Na	Cu	Ti	S
15.	58,60	6,62	19,35	10,46	1,68	2,81	—	—	—	—	—
16.	61,06	5,38	19,81	7,12	3,29	2,63	—	—	—	—	—
17.	58,1	5,1	18,0	13,3	1,0	4,1	—	—	—	—	—
18.	31,1	8,9	14,1	34,2	1,0	4,4	—	—	—	9,0	—
19.	70,12	6,25	19,71	0,7	1,45	1,4	—	—	—	—	—
20.	49,57	9,0	—	15,15	0,04	25,84	—	—	—	—	—
21.	48,39	6,66	—	10,22	0,06	33,96	—	—	—	—	—
22.	37,8	2,1	—	8,6	21,5	29,2	—	—	—	—	—
23.	52,8	3,4	5,6	9,0	1,4	26,2	—	—	—	—	—
24.	57,0	10,6	5,6	13,8	6,8	5,4	—	—	—	—	—
25.	45,4	4,6	4,2	8,6	1,8	33,4	—	—	—	—	0,7
26.	52,8	0,4	5,6	9,0	1,4	26,2	—	—	—	—	1,6 u. Verl.
27.	49,57	9,00	—	15,15	0,14	25,84	—	—	—	—	0,30 u. Verl.
28.	37,8	2,1	—	8,6	21,5	29,2	—	—	—	—	0,8 u. Verl.
29.	40,87	10,64	15,30	5,50	6,50	9,38	Ca 1,81	—	—	—	—
30.	47,15	9,87	10,40	3,40	18,10	9,42	Ca 1,66	—	—	—	—
31.	53,0	4,0	13,0	9,0	4,0	18,0	—	—	—	—	—
32.	40,6	9,8	11,9	2,4	25,6	8,9	—	—	—	—	—
33.	41,8	9,6	18,5	3,8	17,8	7,9	—	—	—	—	—
34.	49,4	9,0	14,5	15,0	9,1	—	—	—	—	—	—
35.	44,4	10,9	22,3	8,4	12,0	—	—	—	—	—	—
36.	50,8	3,3	20,4	8,5	17,6	—	—	—	—	—	—
37.	58,94	11,32	18,65	0,28	8,83	0,25	—	—	—	—	—
38.	59,42	14,94	19,79	0,11	6,03	Spr.	—	—	—	—	—
39.	53,79	13,04	25,67	0,57	2,44	2,20	—	—	—	—	—
40.	57,16	5,48	28,38	2,82	1,99	2,77	K, P ^u u. Verl.	1,0	0,40	—	—
41.	57,6	7,2	29,5	2,5	1,4	1,6	—	—	0,4	—	—
42.	49,0	21,8	24,0	Spr.	2,1	0,6	0,7	0,7	—	—	Spr.
43.	54,1	6,7	26,9	—	0,2	11,6	—	—	—	—	0,5

1) Schlacken von Grossouvre von Bohnerzen, dicht, glasig, grünlich grau, leichtflüssig, n. *Berthier*. 2) Von Vienville, aus sehr thonigen Bohnerzen, dicht, blasig, glasartig, durchscheinend, olivengrün, n. dems. 3) Aus der Dordogne aus Thoneisenstein, glasig, durchscheinend, hellolivengrün, leichtflüssig, n. dems. 4) Von Bruniquel, aus Bohnerzen und Thoneisenstein, dicht, grünlich grau, nicht vollständig geflossen, n. dems. 5) Von Charbonnière bei Nevers, steinig, grau, n. dems. 6) Von Ancy-le-France, aus Bohnerzen, dicht, gut verglast, grünlich grau, n. dems. 7) Von Framont, aus Roth- und Brauneisenstein, dicht, gut verglast, blasig, bläulichgrau, blaugestreift, n. dems. 8) Von Allevard, aus Spatheisenstein, blasig, grünlich u. bläulich grau, n. dems. 9) Von St. Helena in Savoyen, aus Spatheisen, schwarz, blasig, sehr leicht, vom Rohgange,

n. dems. 10) Desgl. von übergaaem Gange, schmutzig gelblich grau, porös und nicht völlig verglast. 11) Von Pinsot, aus Spatheisenst., gleichartig, hellolivengrün, steinig-krystallinisch, n. dems. 12) Von Baultancourt, a. Spatheis., theils glasig, theils steinig, n. dems. 13) Aus der Normandie, aus Spatheisenst., theils glasig, theils steinig, erbsengelb, aufgeblasen, vom Rohgange, n. dems. 14) Von Gesberg in Schweden, von Magneteisenstein, glasig, durchsichtig und sehr flüssig, n. *Berthier*. 15) Ebend., weiss, mit Zeichen krystallin. Textur, nach *Oengreen* = $(\text{Mg}, \text{Fe}, \text{Mn})^3 \text{Si}^2 + 3 \text{Ca Si}$. 16) Desgl. hellgrün, etwas blasig, emailartig, von *Sjögren*. 17) Von Edsbra in Schweden, gaar, n. *Follin*. (Sonstige Analysen von schwed. Schl. in *Erdm. J. f. ök. Ch.* IV, 106; V, 84). 18) Von Ekersholm in Smaland aus Ta-berger Magneteisenstein, sehr blasig, isabellgelb, wenig flüssig, sehr titanhaltig, n. *Zachrisson*. 19) Von Peitz in der Neumark, aus Raseisenstein, bläulich weiss, glasig, an den Kanten durchscheinend, n. *Karsten*.

20—30) Aus dem Siegenschen, aus Spath- und Brauneisensteinen. 20) Bei dem hitzigsten Ofengange erzeugt, wobei graues Eisen erfolgt, n. *Karsten*. 21) Bei Gaargang und Bildung von Spiegeleisen erzeugt, nach dems. 22) Bei Rohgang erzeugt, wobei sich weisses Roheisen mit geringem Kohlenstoffgehalt bildet. 23) Aus Spatheisenstein, theils steinig, theils glasig, gut geschmolzen, bei Bildung von Spiegeleisen, n. *Berthier*. 24) Bei etwas Rohgang gefallen, steinig u. glasig, bouteillengrün. 25) Vom Gaargange, sogen. schweflige Schlacke, blasig, hellölgrün, mit Säuren S H entwickelnd. 26) Von Lohhütte, grün, mit Spiegeleisen gefallen, nach *Berthier*. 27) Gaarschlacke von Hammhütte, n. *Karsten*. 28) Rohschlacke ebend., n. dems. 29) Mit melirtem Holzkohleneisen gefallen, isabellgelb mit grünlichen Punkten und fast ganz steinig, nach *Hochmuth*. 30) Desgl. von weissem Eisen, leberbraun, fast schwarz und sehr porös, n. dems.

31—36) Schlacken aus Steyermark. 31) Aus Spatheisenstein, n. *Guenyveau*, grau, aus verwachsenen Nadeln bestehend. 32) Von Eisenerz aus Steyermark, n. *Mrazek*. 33) Von Hieflau, n. dems. 34) Von Neuberg, bei einer Beschickung ohne Kalkzuschlag, nach dems. 35) Desgl. bei Zuschlag von 8% Kalk. 36) Desgl. bei Zuschlag von 12% Kalk.

37 u. 38) Von Steinrenner Hütte am Harze, vom Rohgange, erstere grün, letztere schwarz, n. *Bodemann*.

39) Von Rübeland am Harze, grün, glasig, mit halbirttem Eisen gefallen, n. *Rammelsberg*.

40 u. 41) Von Ilsenburger Hütte am Harz, n. *Roth* = R Si .

42) Von Bley, Depart. Haut-Saône, gut verglast, dunkelgrün u. veilchenblau, mit Graphitblättchen an der Oberfläche, sehr strengflüssig und bei Darstellung von grauem Eisen gefallen, nach *Drouat*.

43) Von Königshütte in Oberschlesien, grün, undurchsichtig, glasig, n. *Karsten*.

B. Schlacken aus Cokeshohöfen.

Nr.	Si	Al	Ca	Mg	Fe	Mn	K	S	Ca
1.	35,4	16,2	38,4	1,5	1,2	2,6	—	1,4	—
2.	38,8	15,2	37,0	3,2	4,4	—	—	0,8	—
3.	46,6	18,8	28,3	—	1,8	2,6	—	1,2	—
4.	33,5	19,0	43,0	1,0	1,0	1,0	—	1,0	—
5.	45,0	15,8	30,8	3,8	3,1	—	—	0,11	—
6.	40,12	15,37	36,02	—	1,25	5,80	2,25	0,70	—
7.	40,44	15,38	33,10	—	1,63	4,40	2,07	0,76	—
8.	43,40	12,20	18,13	4,5	10,99	5,8	—	—	3,97
9.	45,0	8,0	43,0	0,8	0,3	2,1	—	0,7	—
10.	44,0	8,4	42,7	1,8	0,8	2,0	—	0,3	—
11.	47,0	7,8	40,0	1,2	0,4	2,9	—	0,7	—
12.	40,0	10,8	42,0	1,2	4,0	1,6	—	0,4	—
13.	44,2	8,9	43,0	0,6	0,6	1,8	—	0,9	—
14.	45,4	1,8	50,0	1,2	0,2	—	—	1,4	—
15.	46,60	15,8	10,80	2,28	7,56	3,4	2,40	—	11,7

1) Von Dowlais bei Merthyr Tydvill, von schlechtem Ofengang, schwarz, undurchsichtig und mit Säuren SH entwickelnd, n. *Berthier*.

2) Von Chanon St. Etienne, auf dem Bruche schimmernd, schmutzig braun, bei Spiegeleisen vom gaaren Gange gefallen, n. dems. 3) Von Hayanges, glasig, lichtgrau, durchscheinend, n. dems. 4) Desgl. bei erhöhtem Kalksteinzuschlage, n. dems. 5) Von Charleroi, dicht, undurchsichtig, bläulich grau, n. dems. 6 u. 7) Von Gleiwitz, n. *Elsner*, gelatiniren mit Salzsäure stark und geben mit Kalk einen hydraulischen Mörtel, $= 2 (\text{Ca}^3 \text{Si} \text{Al Si}) + \text{Ca}^3 \text{Si}^2$.

8) Schlacke von Siegen'schem grauem Cokesroheisen, gut geflossen, glasig, mit flachmuschligem Bruche und lauchgrüner Farbe, n. *Hochmuth*. 9—14) Schlacken von Séraing, n. *Coste*. Nr. 9) bei Roheisen zum Giessereibetrieb und 10—14 bei Frischroheisen gefallen; Nr. 14 von schlechtem Gange, die übrigen von gewöhnlichem Gange. 15) Schlacke ebend., n. *Schmidt*, bei Frischroheisen gefallen.

Druck von A. Th. Engelhardt in Leipzig.



Freiberger

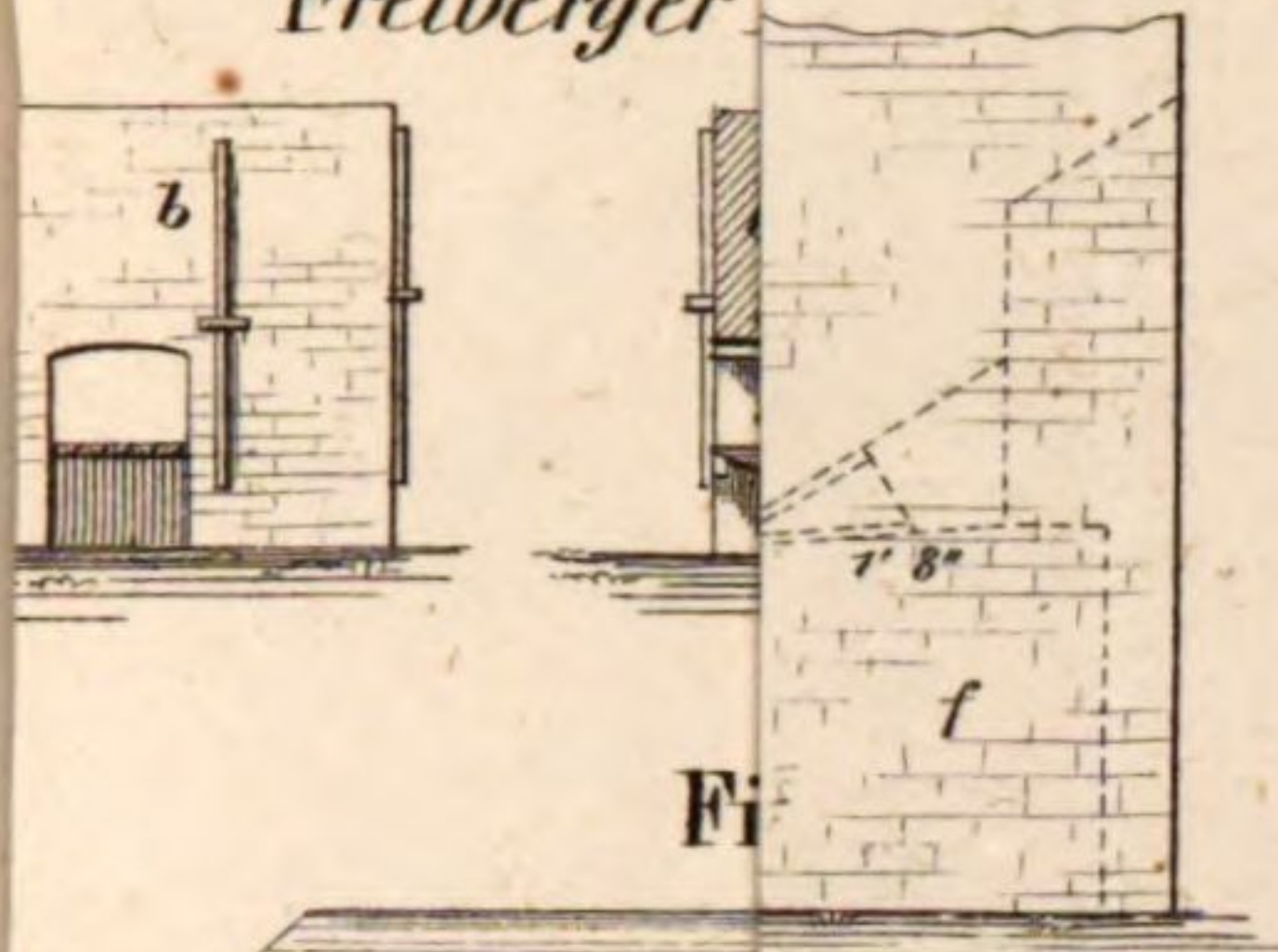
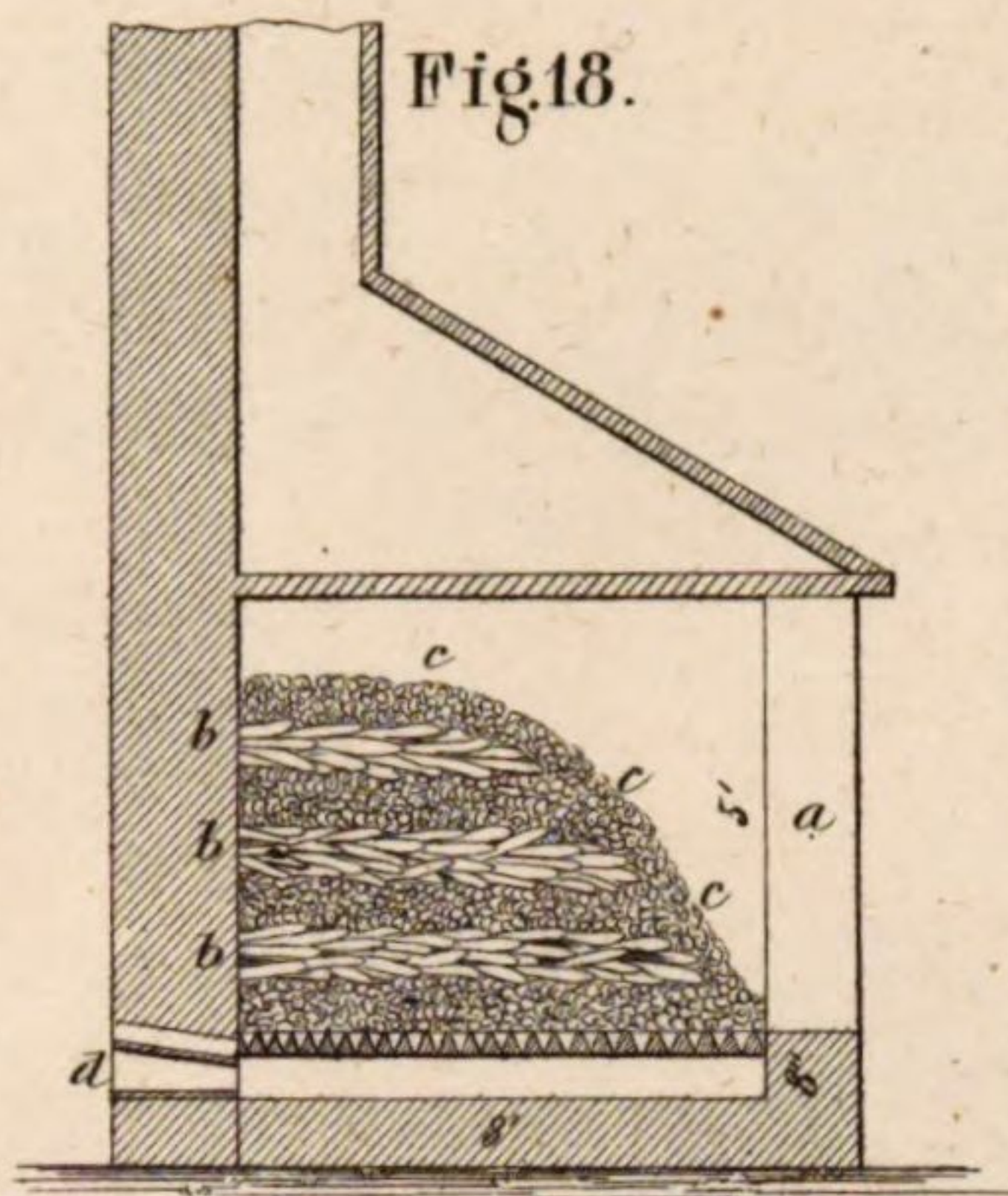


Fig.

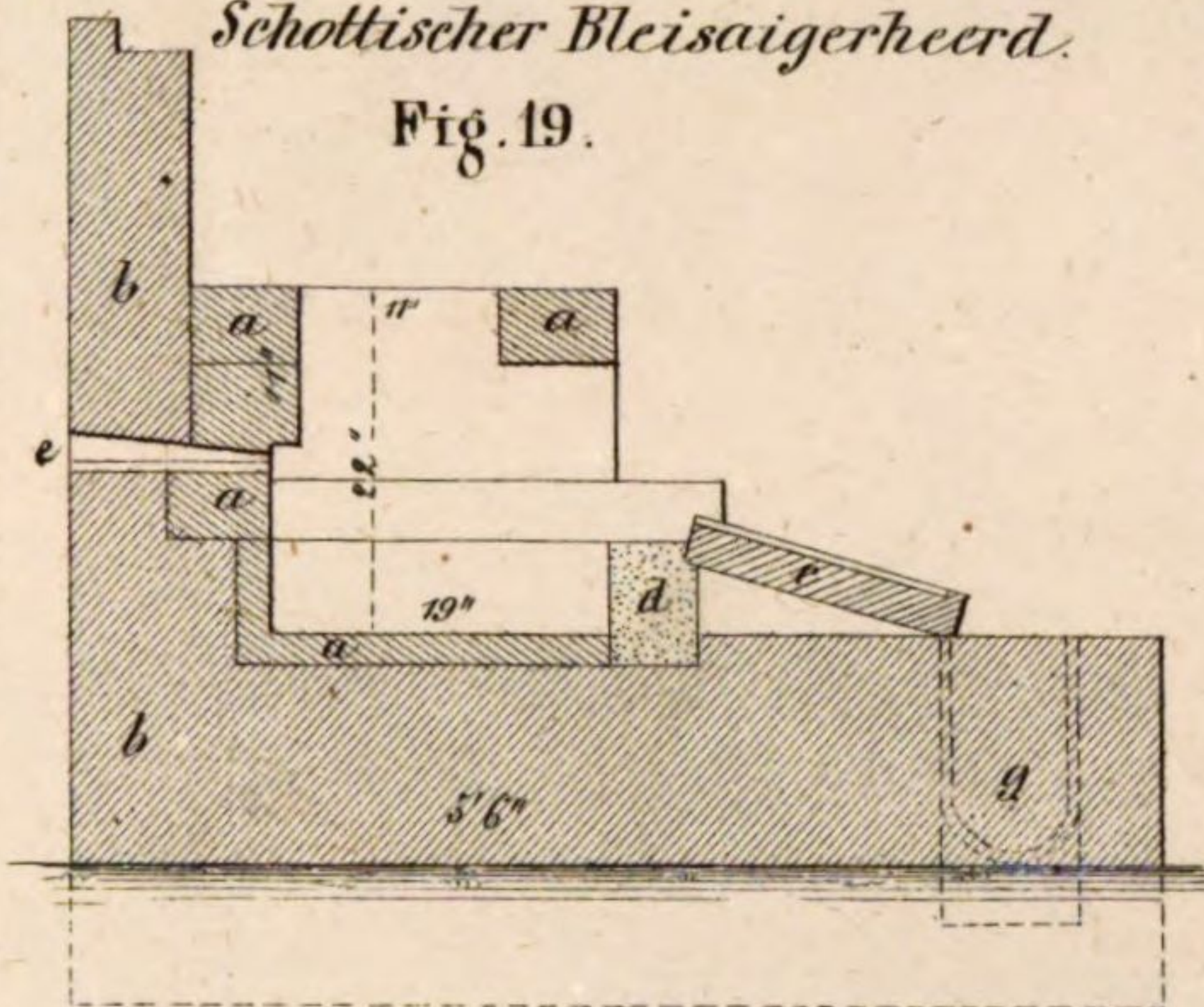
Eisenbrattheerd.

Fig. 18.



Schottischer Bleisaigerheerd.

Fig. 19.



Gebälseger

Fig.

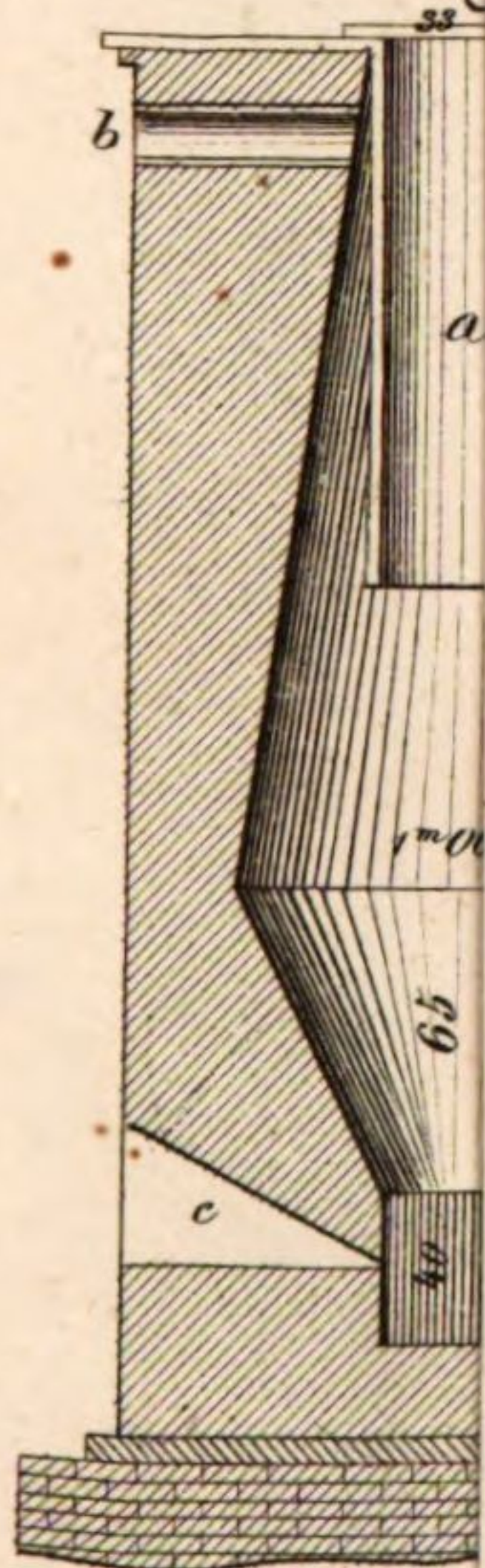


Fig. 20.

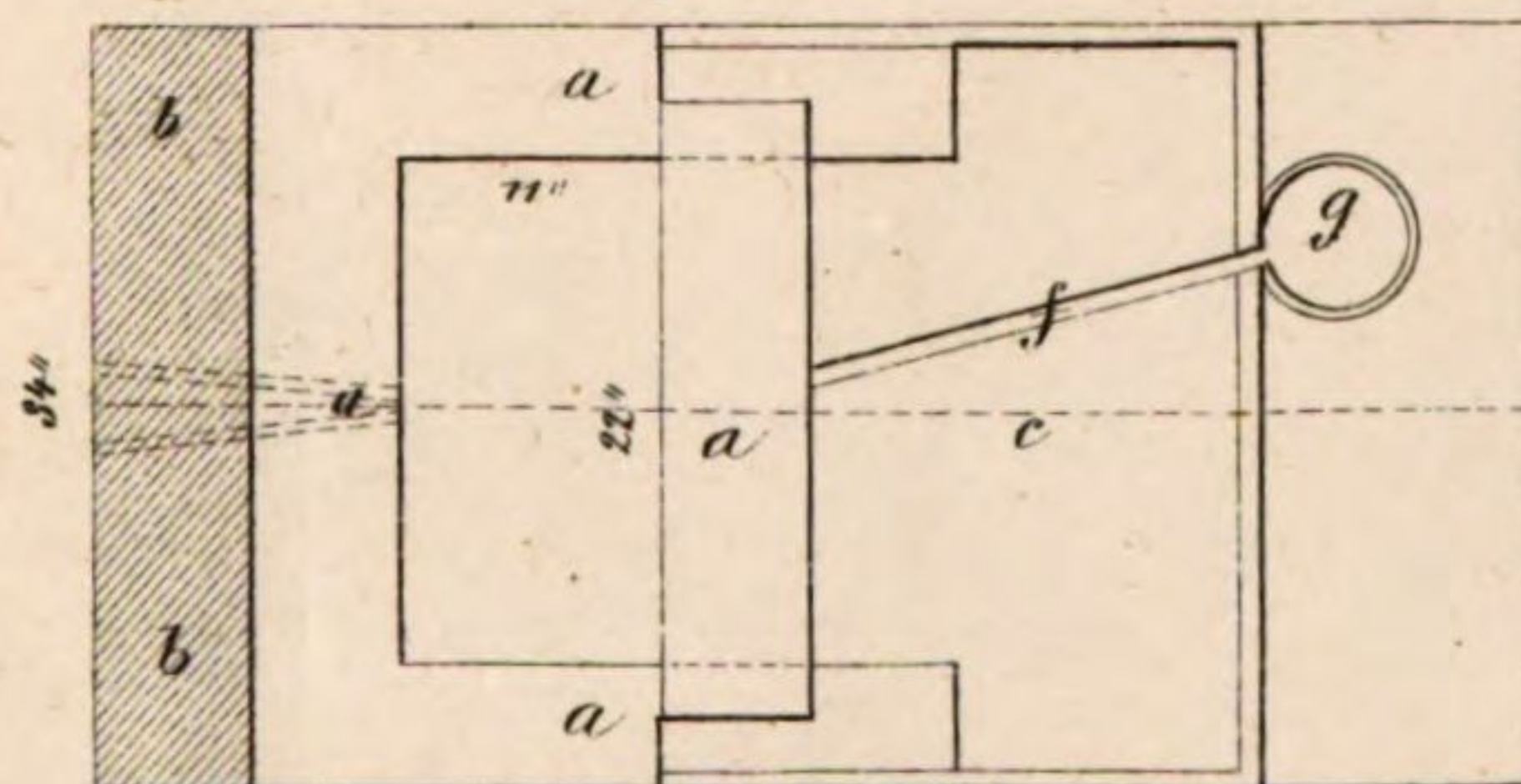


Fig. 1. Diagramm zur Bestimmung der

Fig.

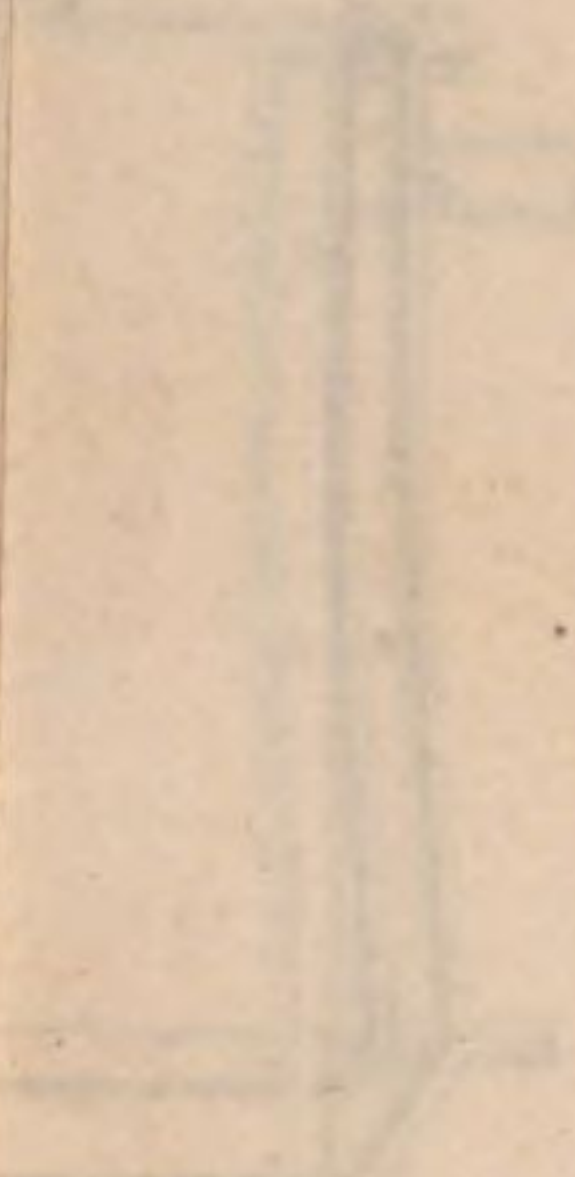


Fig. 2. Diagramm zur Bestimmung der



Fig. 3. Diagramm zur Bestimmung der

Fig.



Fig. 4. Diagramm zur Bestimmung der

Blauofen.

Fig. 34.

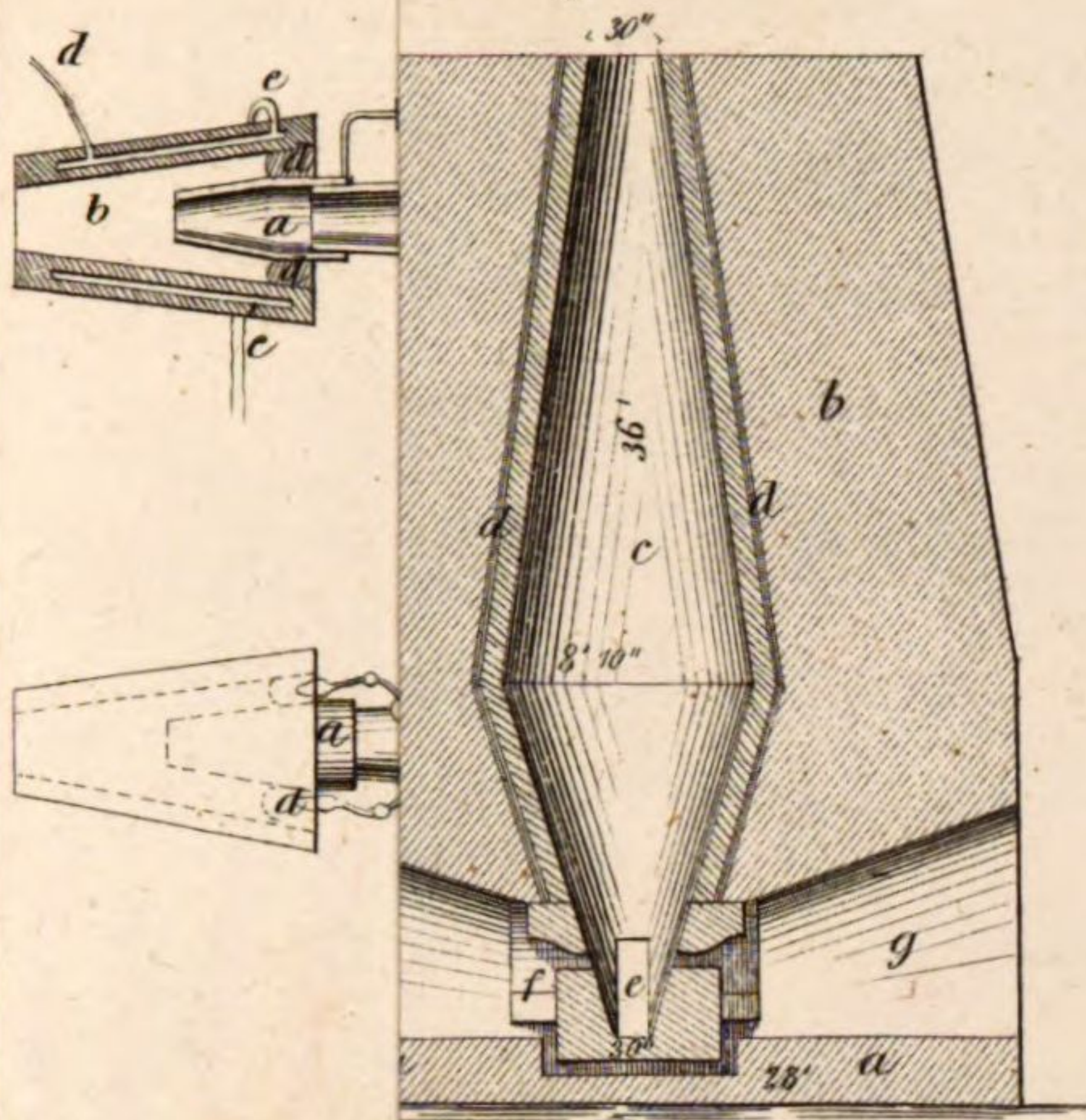
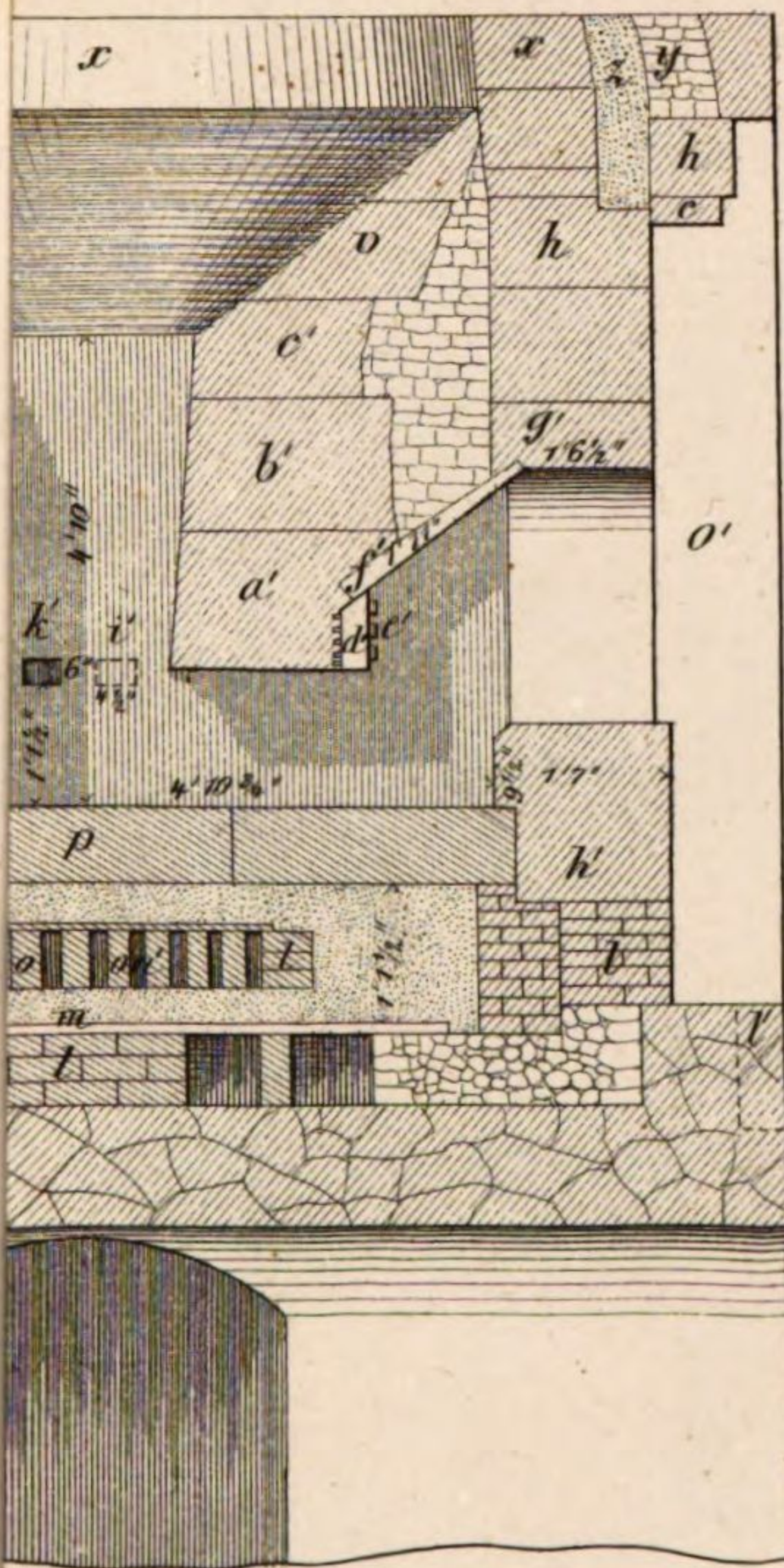


Fig. 38.



for the year ending December 31, 1900

Page 10



Printed by the Board of Directors

felder Kupferschieferofen.

Fig. 43

Fig. 48.

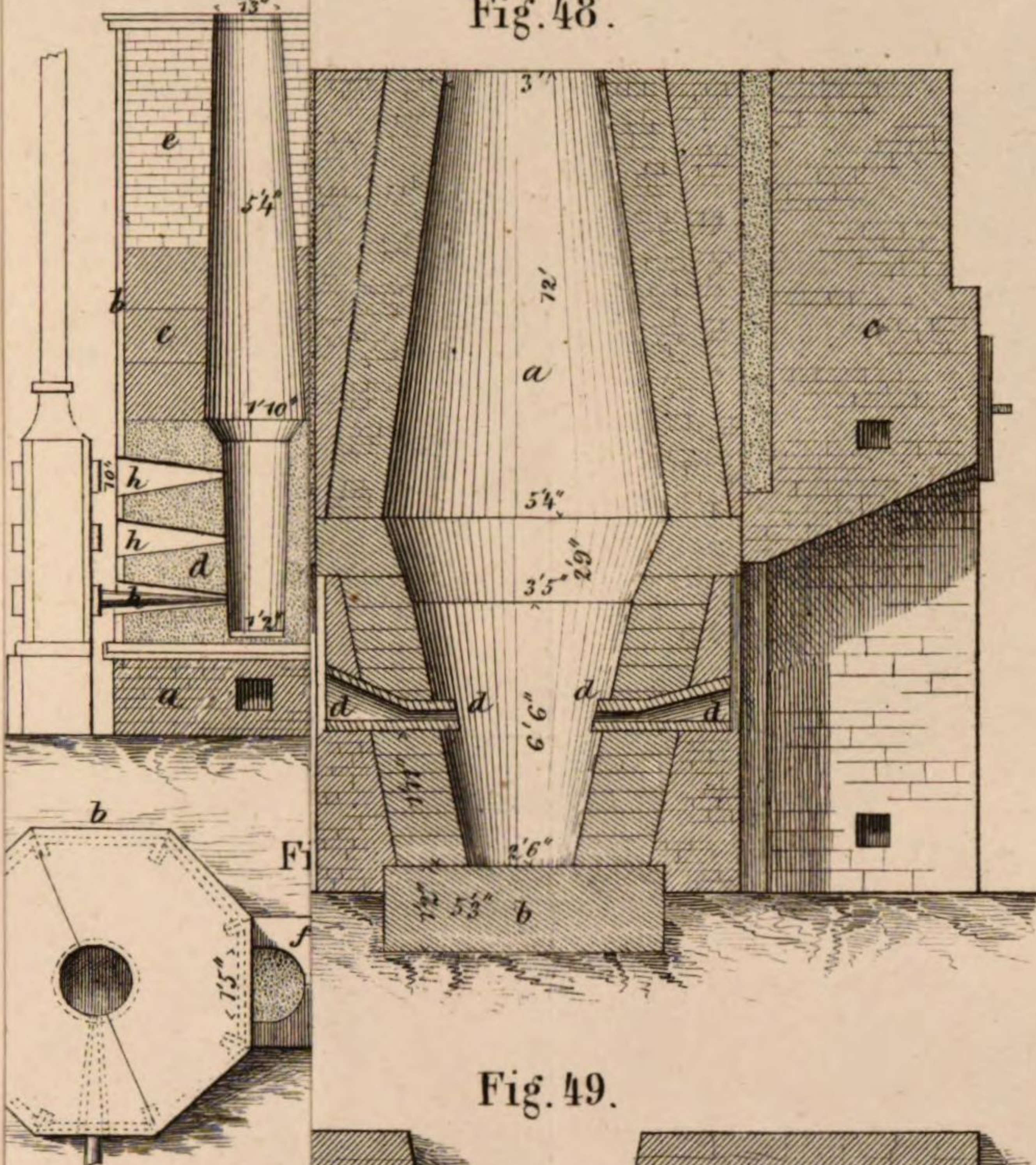
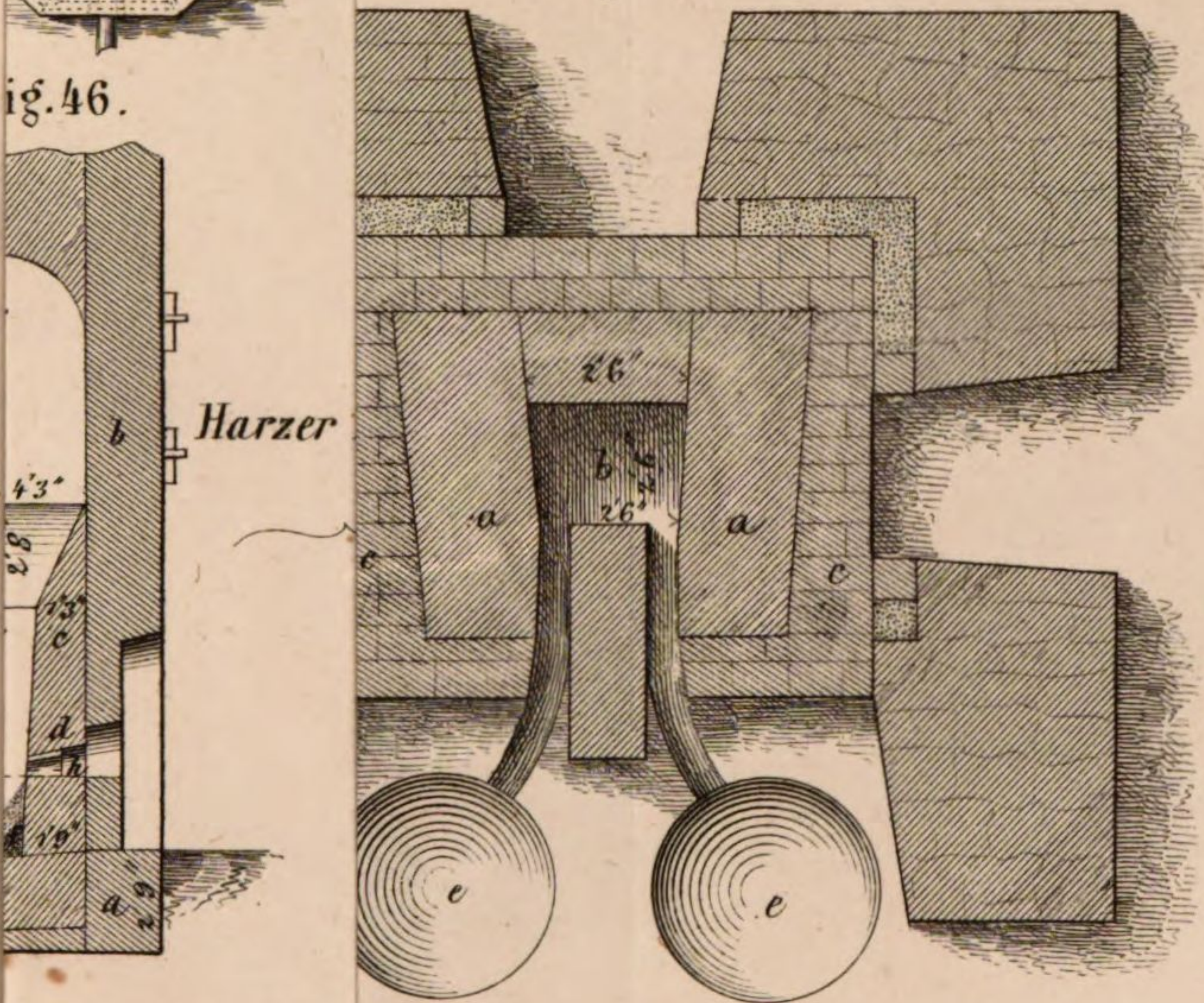


Fig. 49.



Oberharzer Treibofen.
Fig. 71.

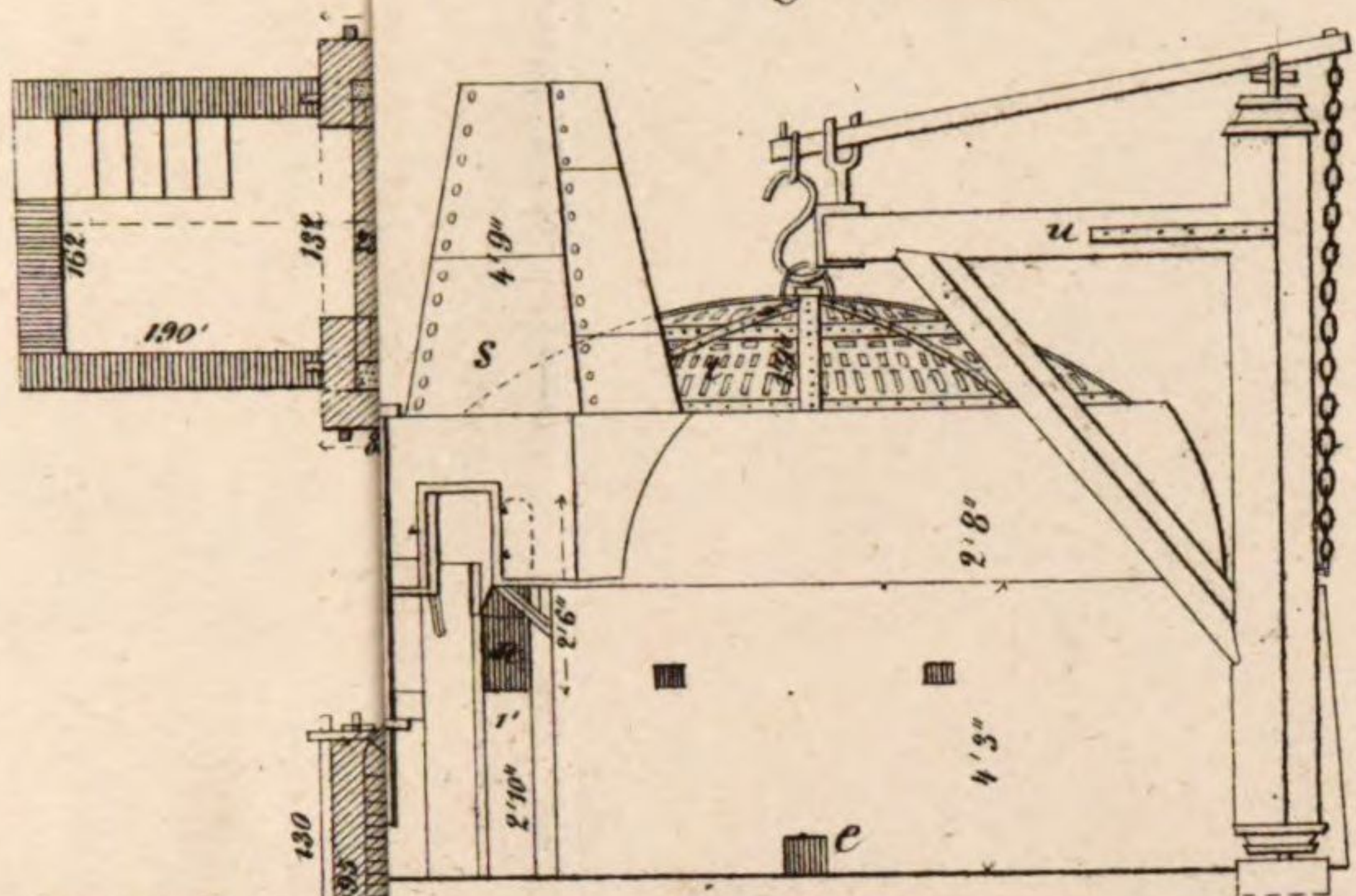
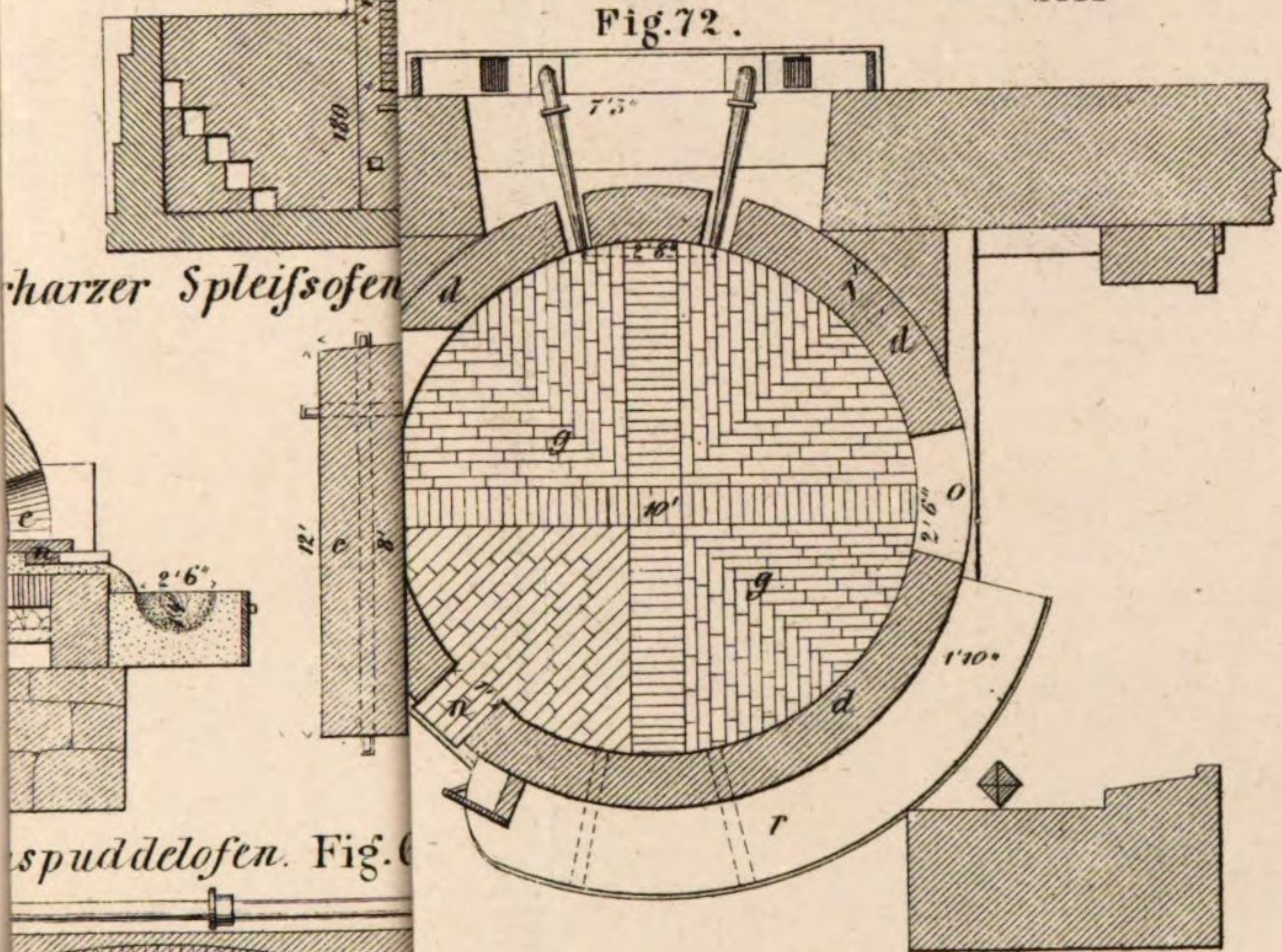


Fig. 72.



Spuddelofen. Fig. 68.

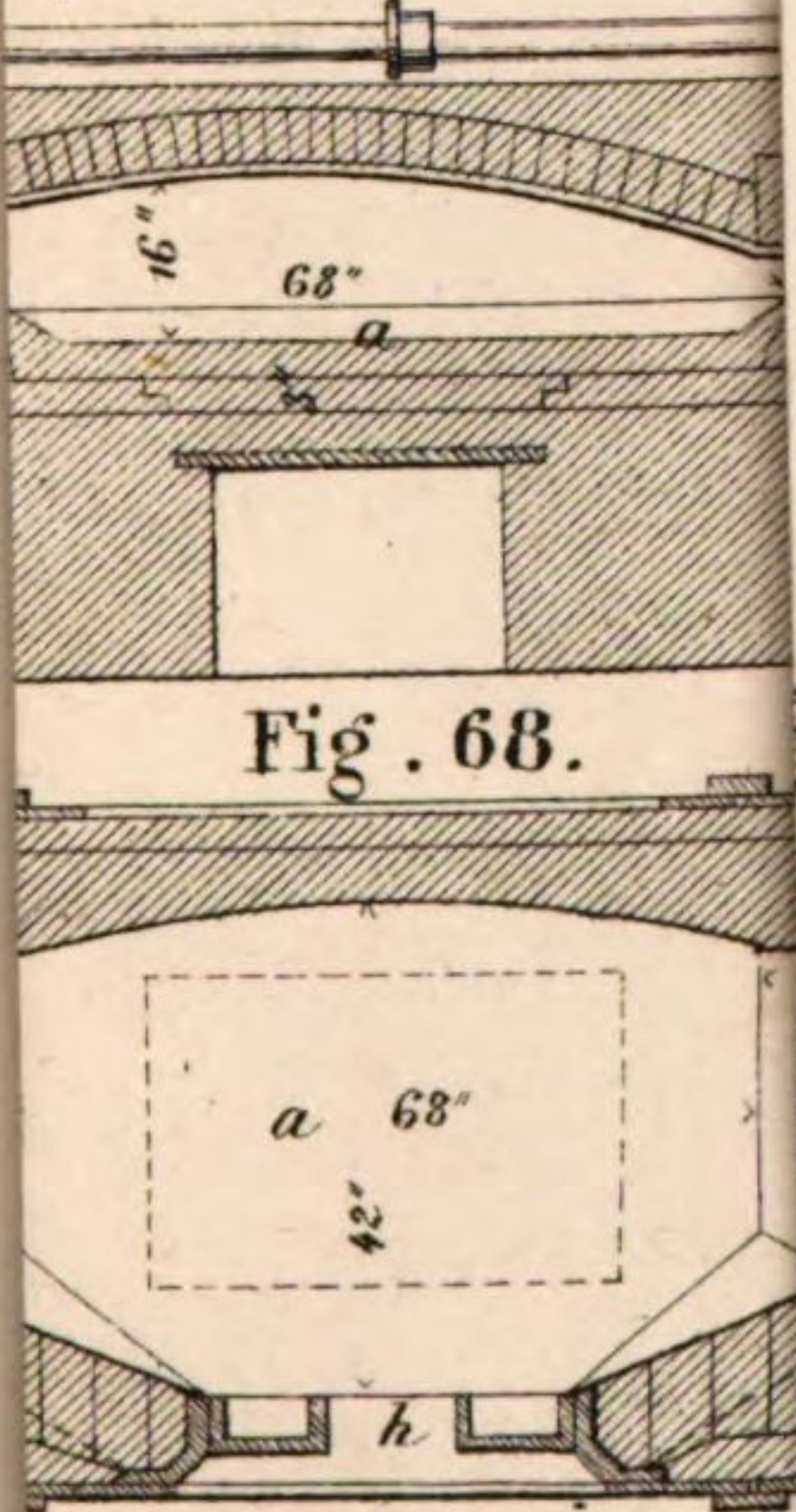
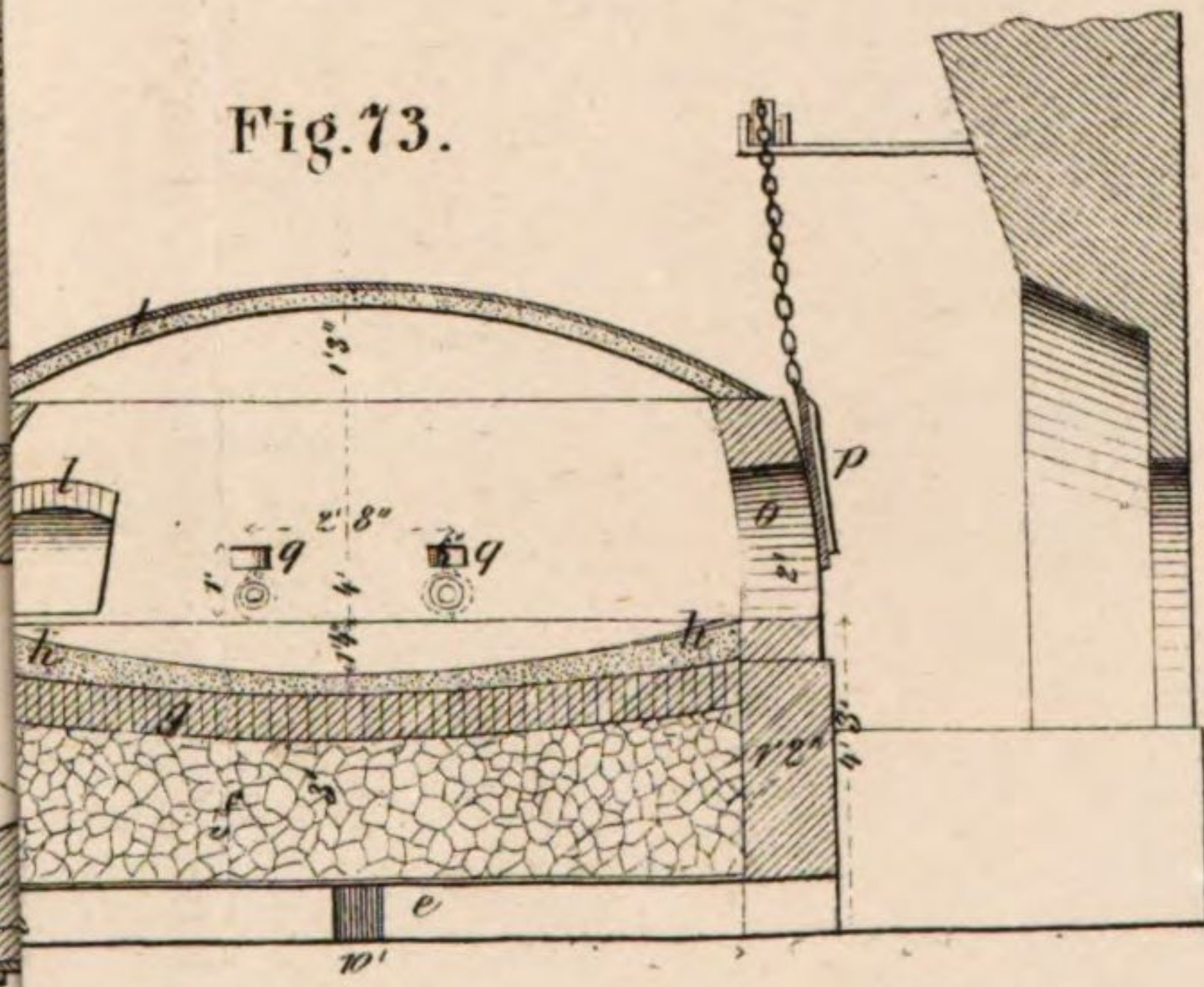
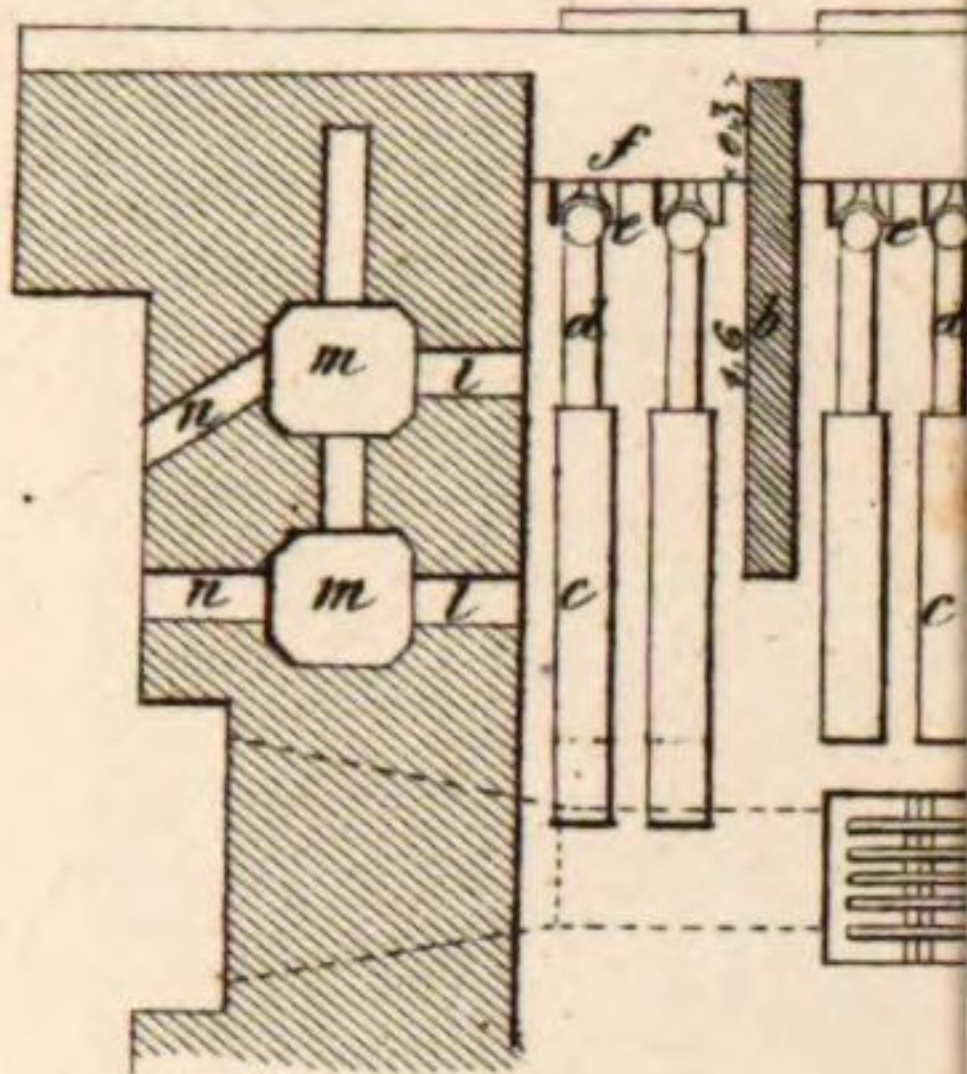


Fig. 73.



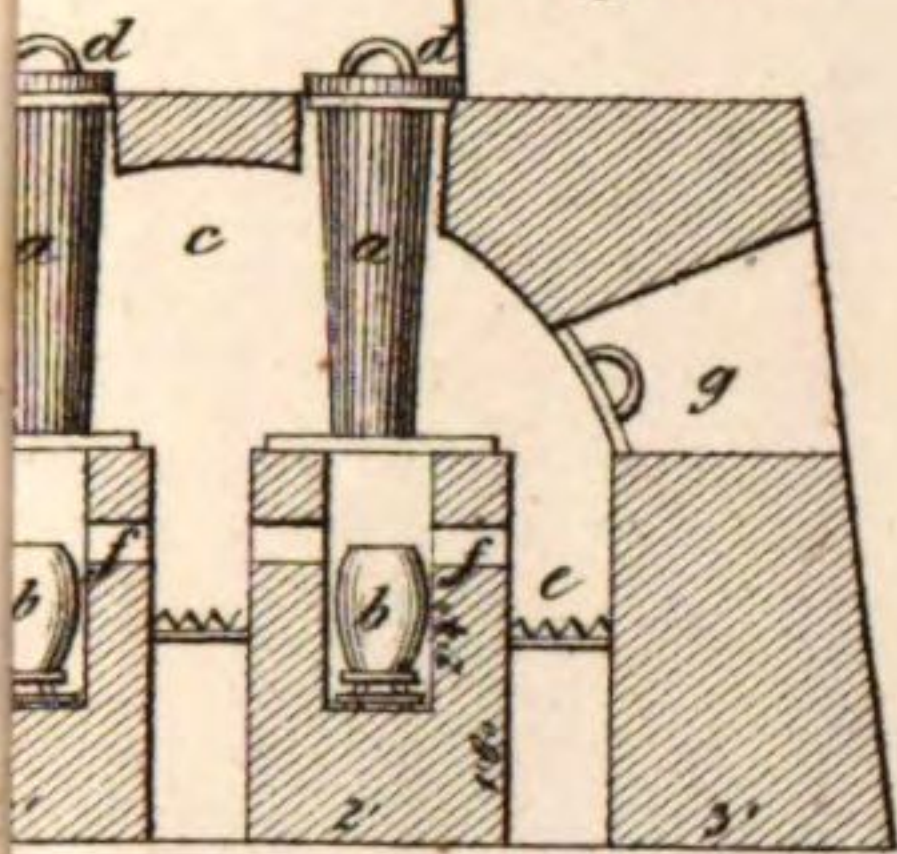
E.A.

Zinkofen.



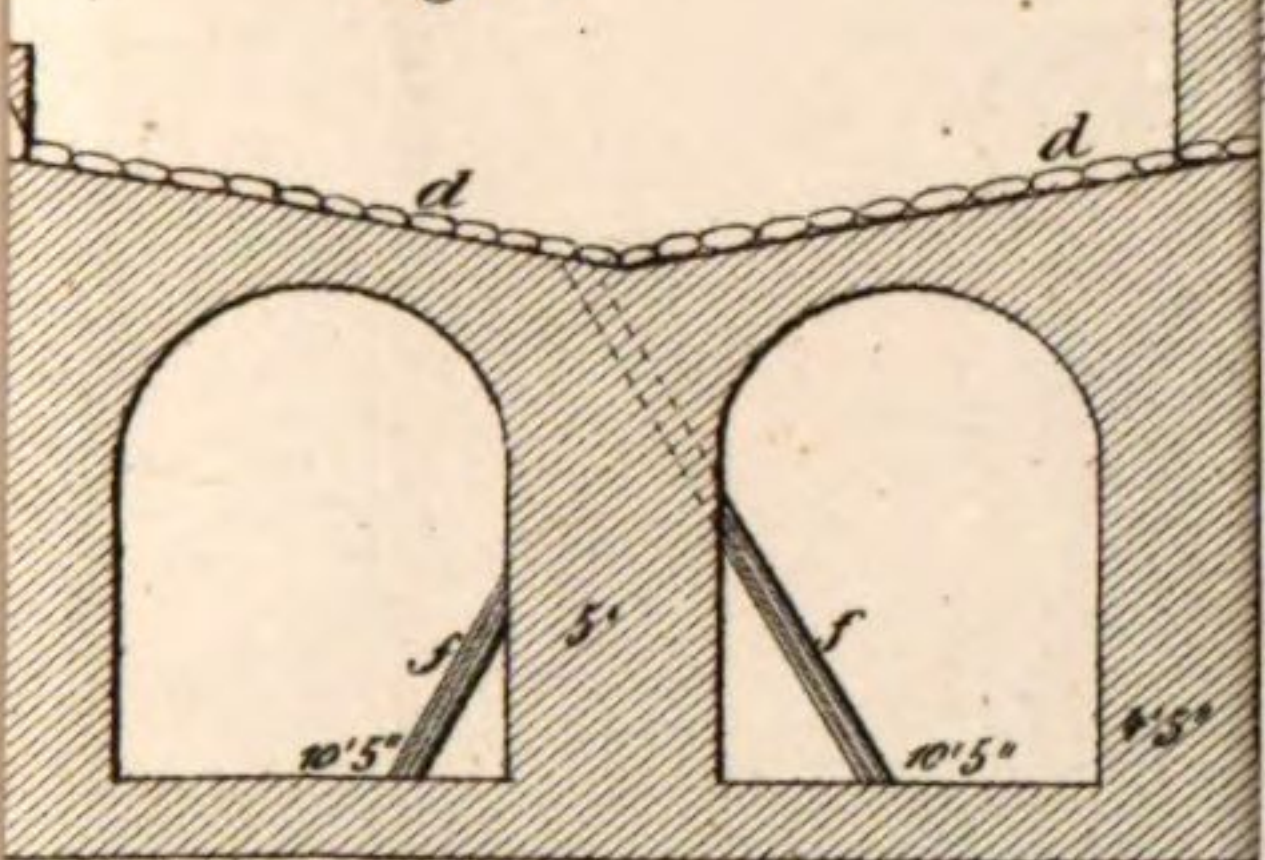
Ösischer Antimonofen.

Fig. 102.



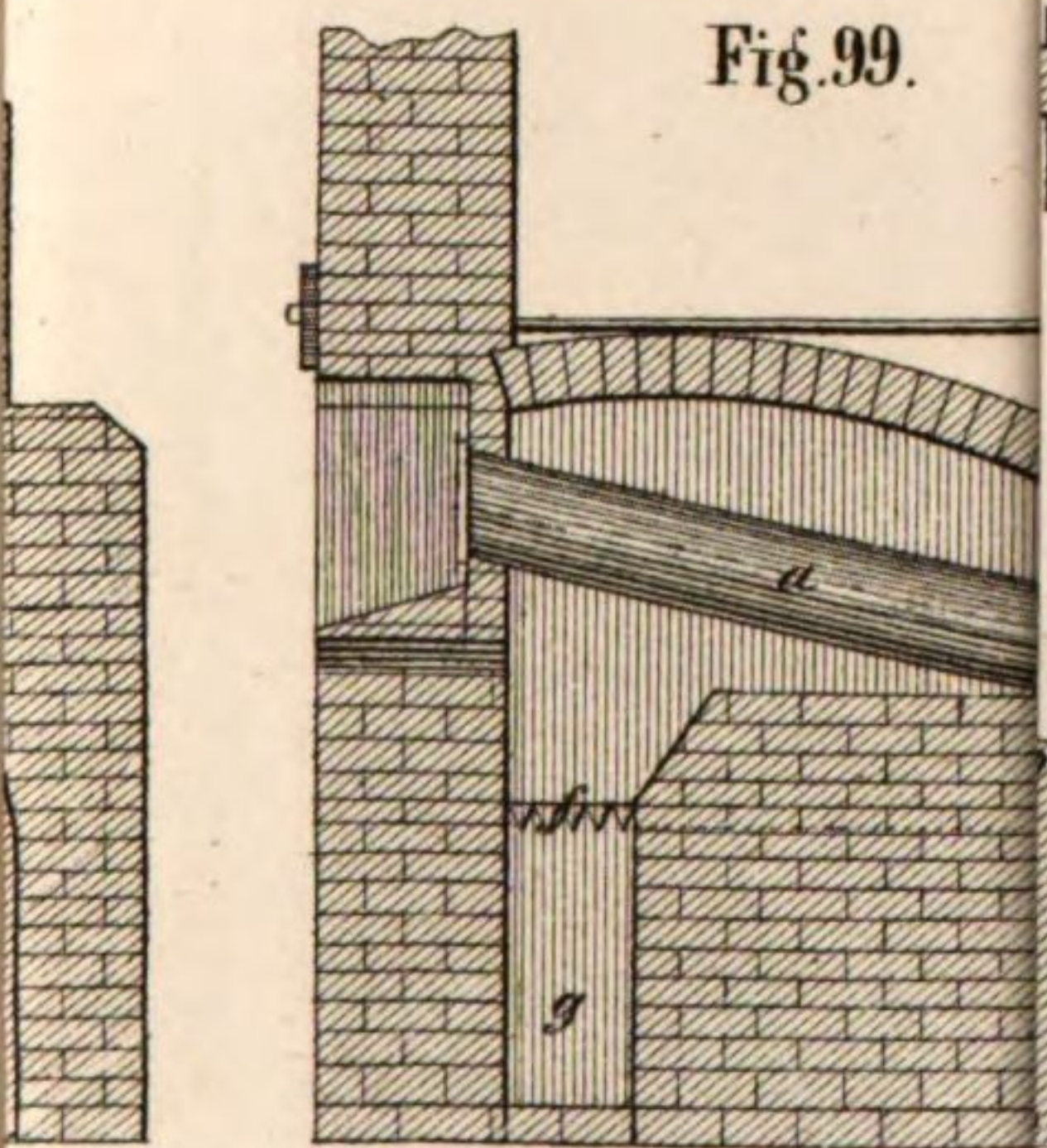
Ösischer Quecksilberofen.

Fig. 96.



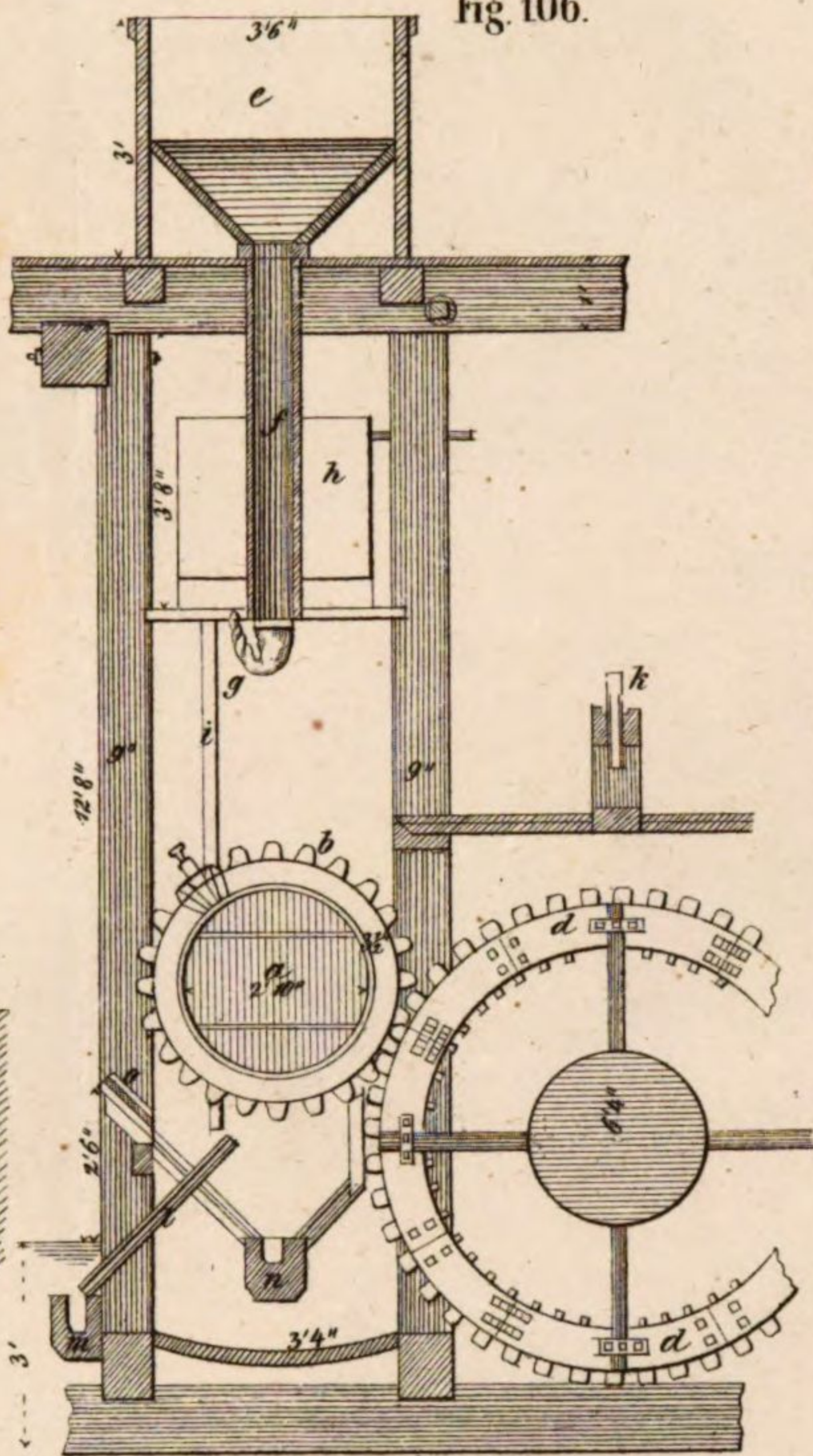
Ösischer Wismuthofen.

Fig. 99.



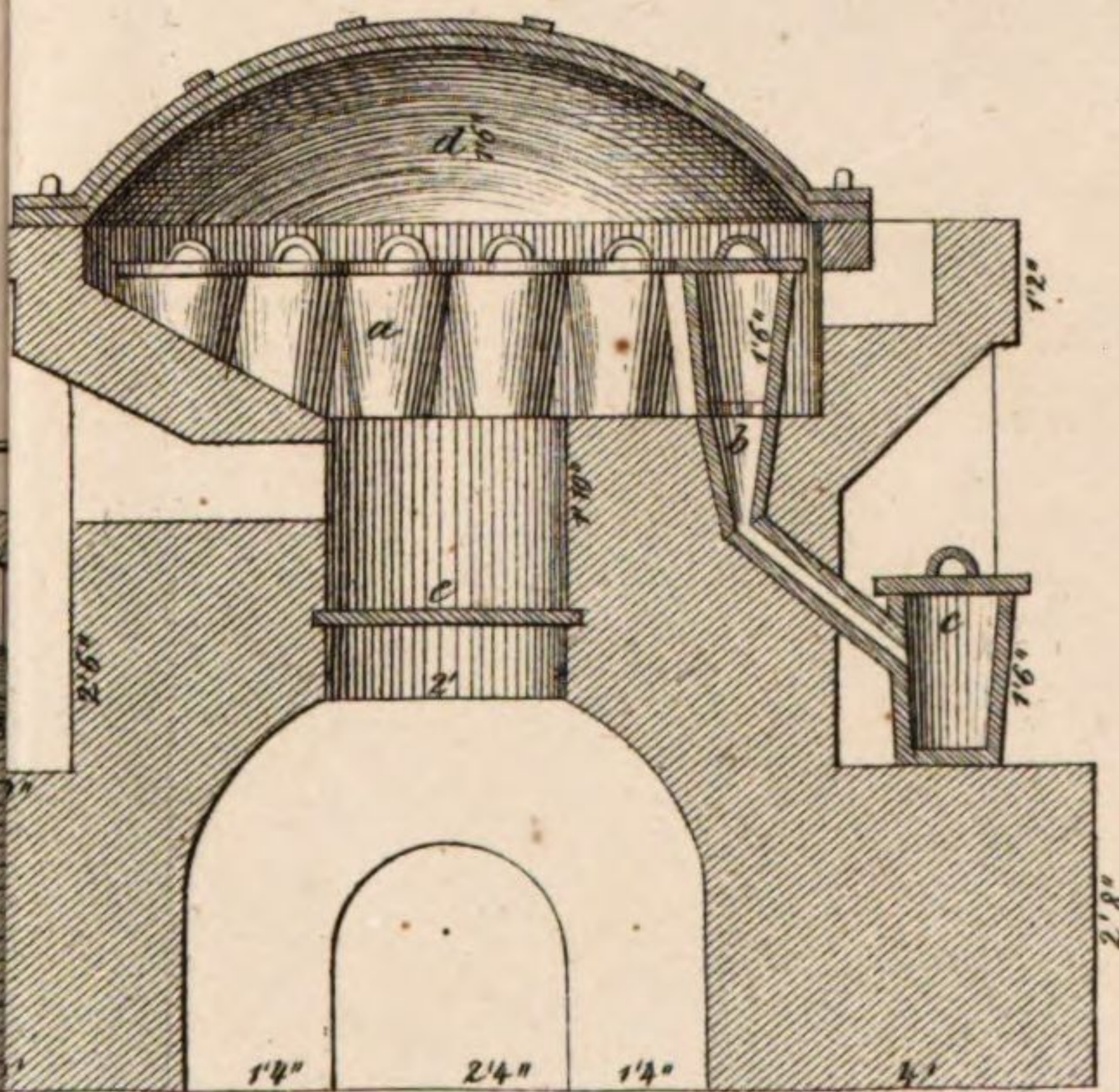
Amalgamirmühle.

Fig. 106.



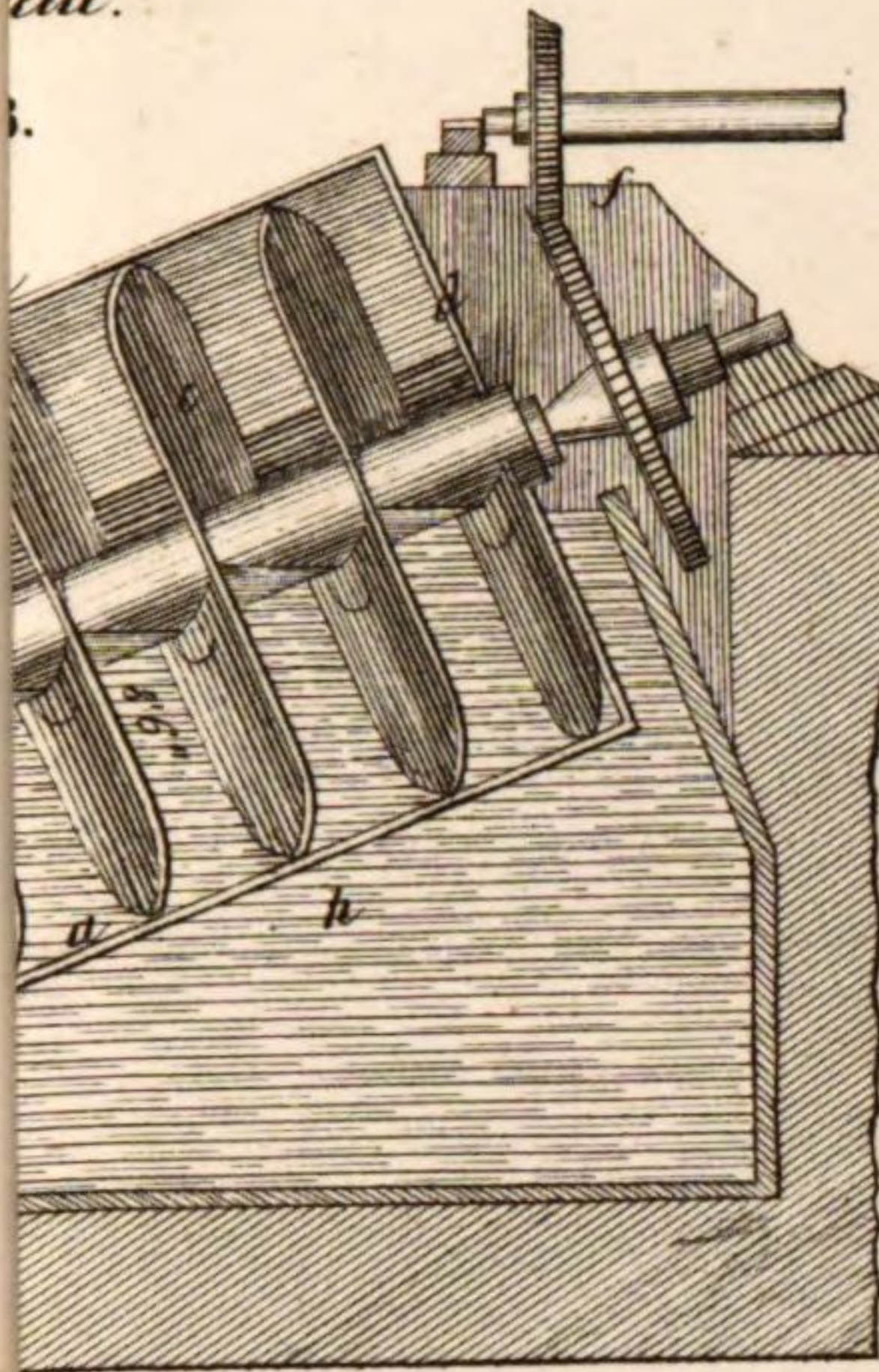
Ungarischer Antimonofen.

Fig. 101.



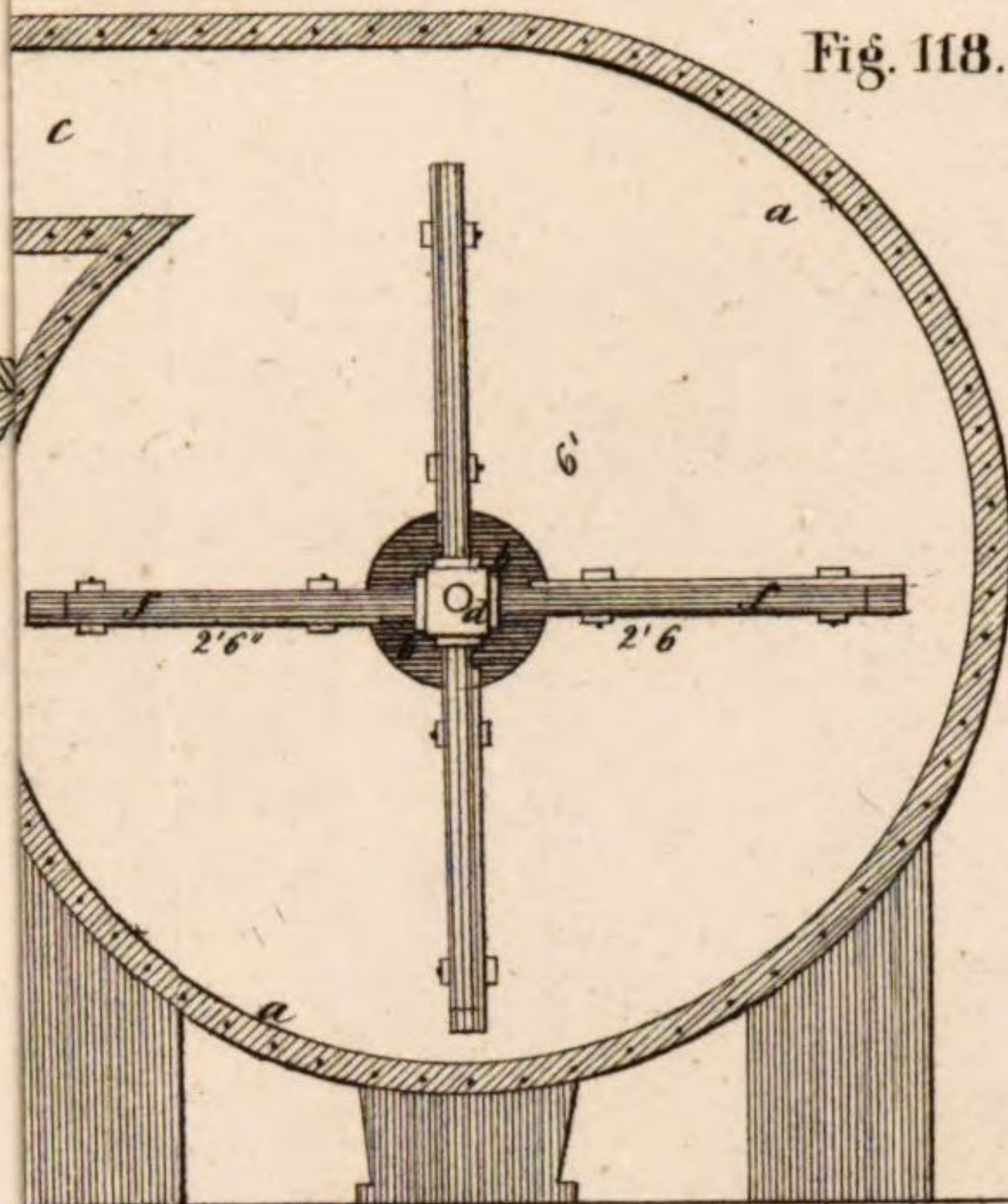


elle.



Ventilatorgebläse.

Fig. 118.



tengebläse.

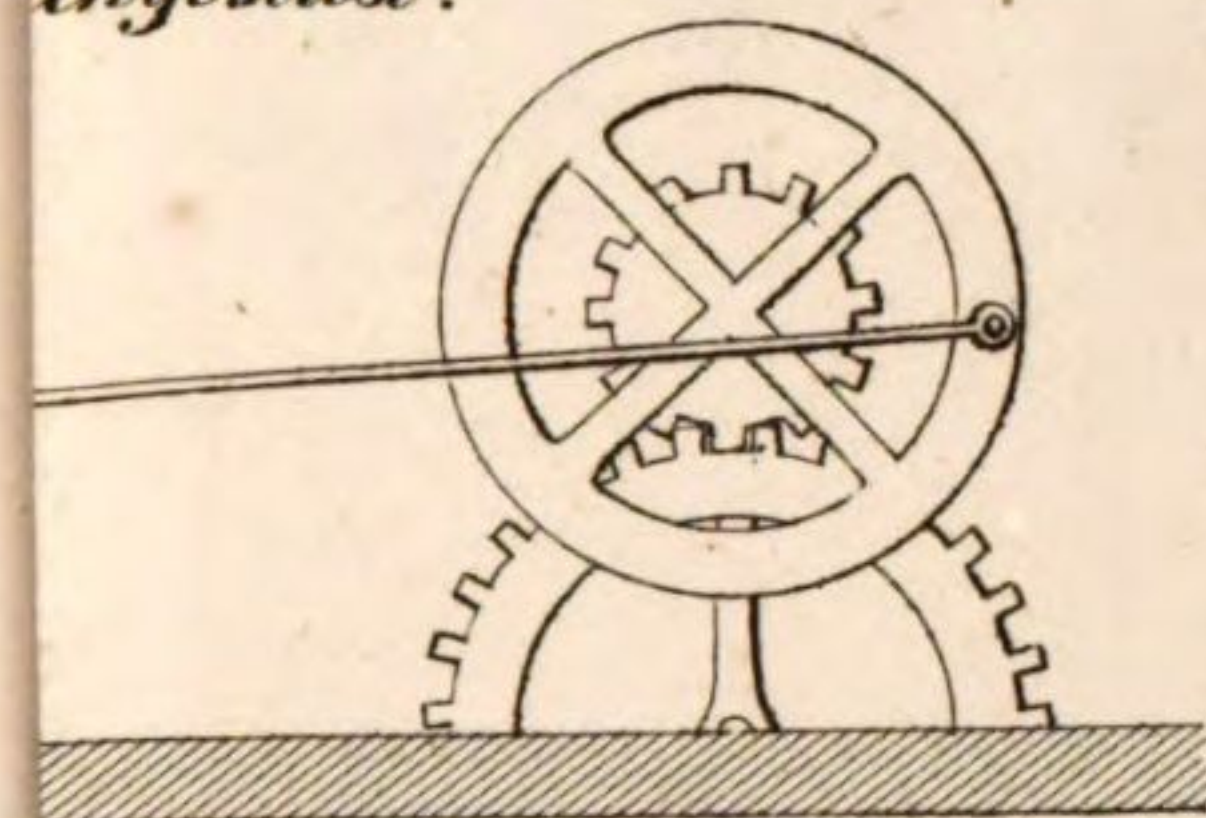
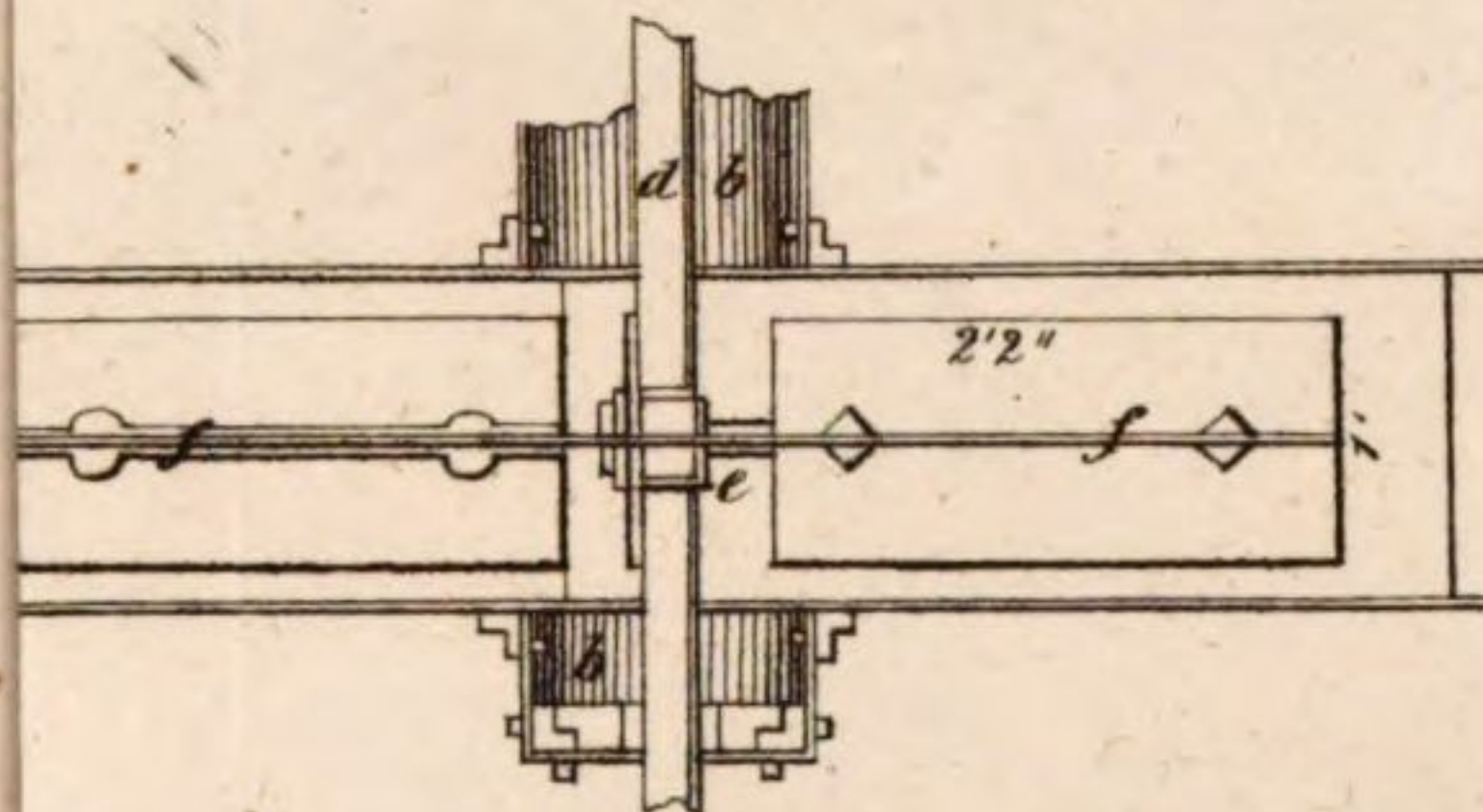
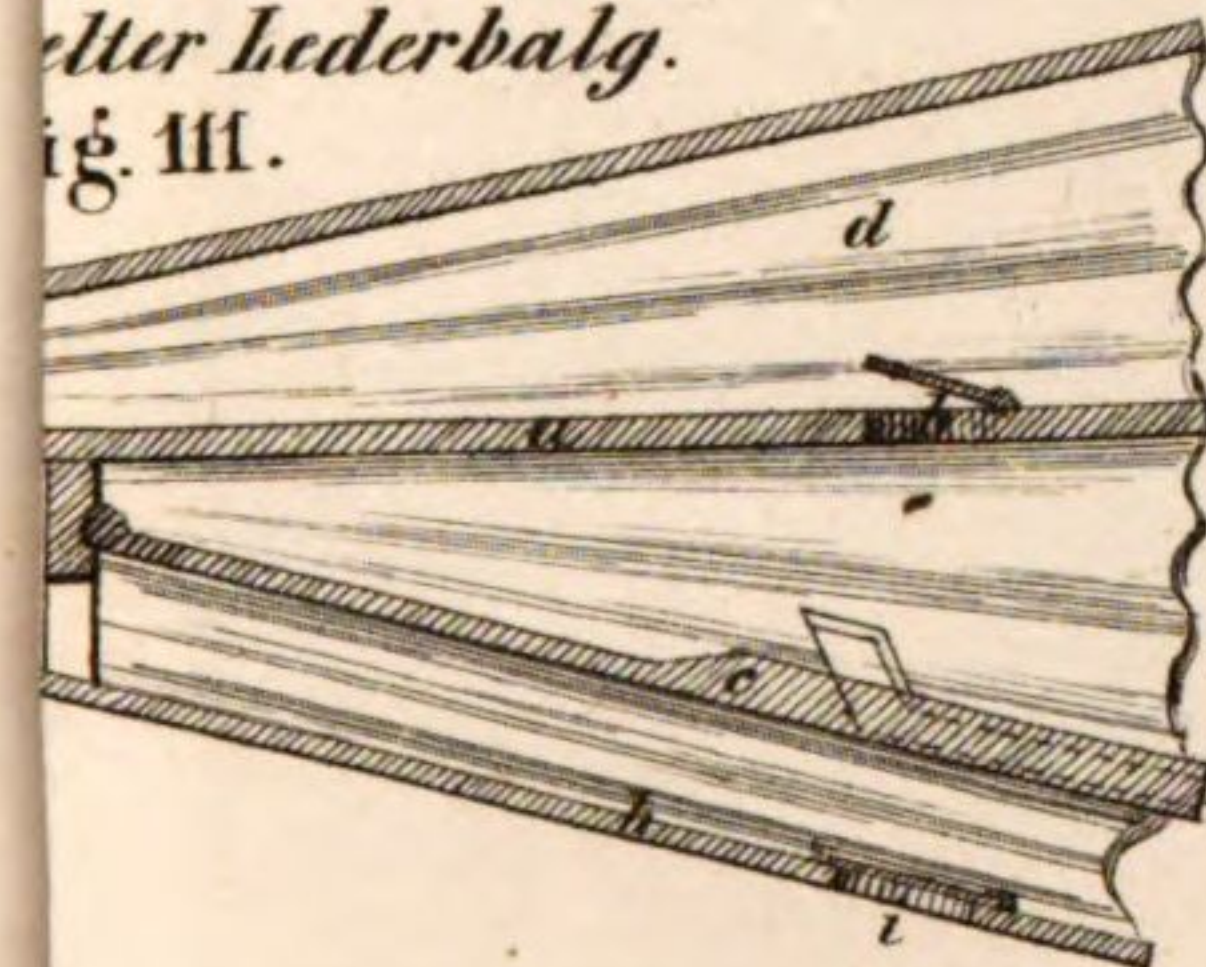


Fig. 119.



elter Lederbalg.

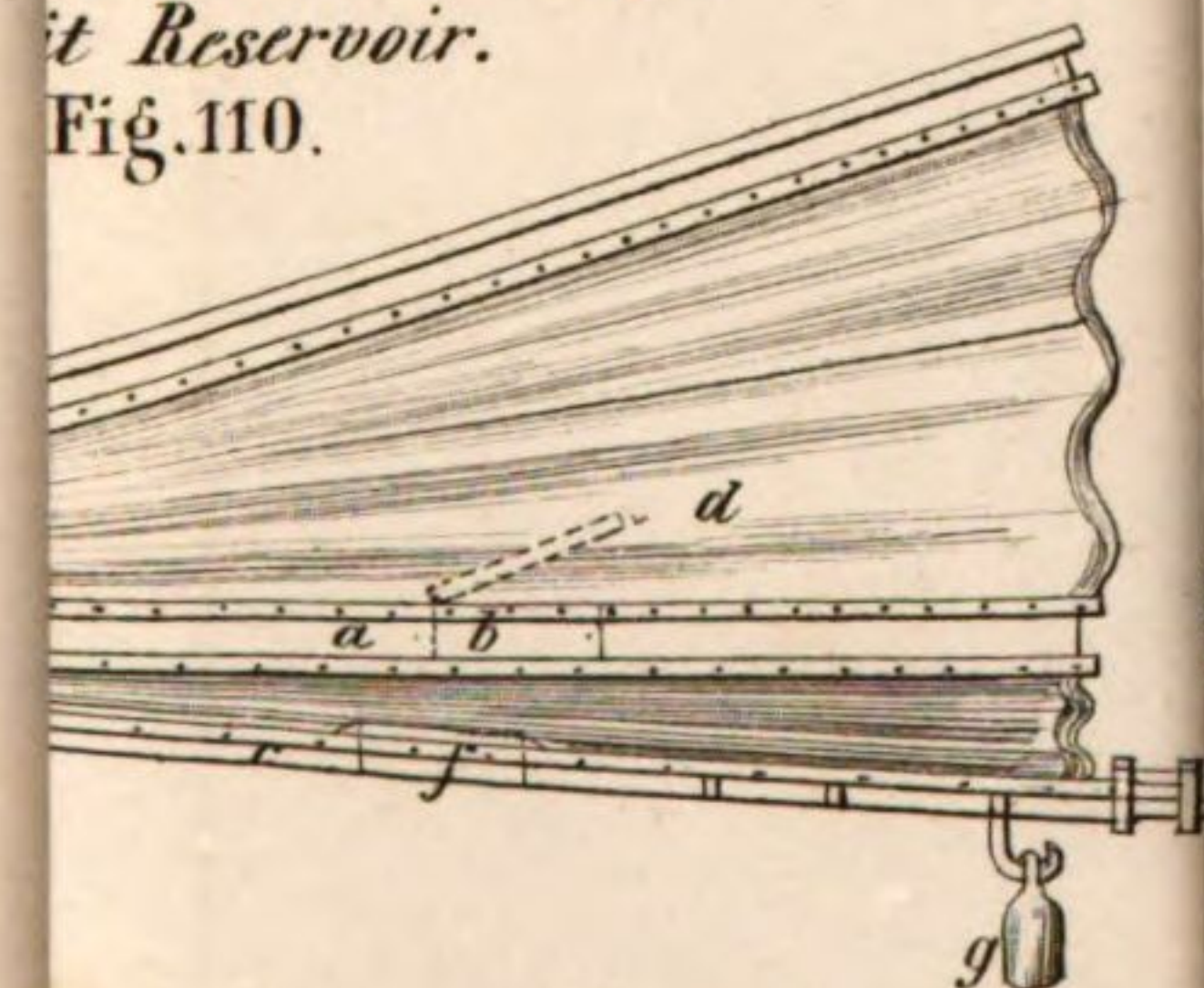
Fig. 111.



facher Lederbalg.

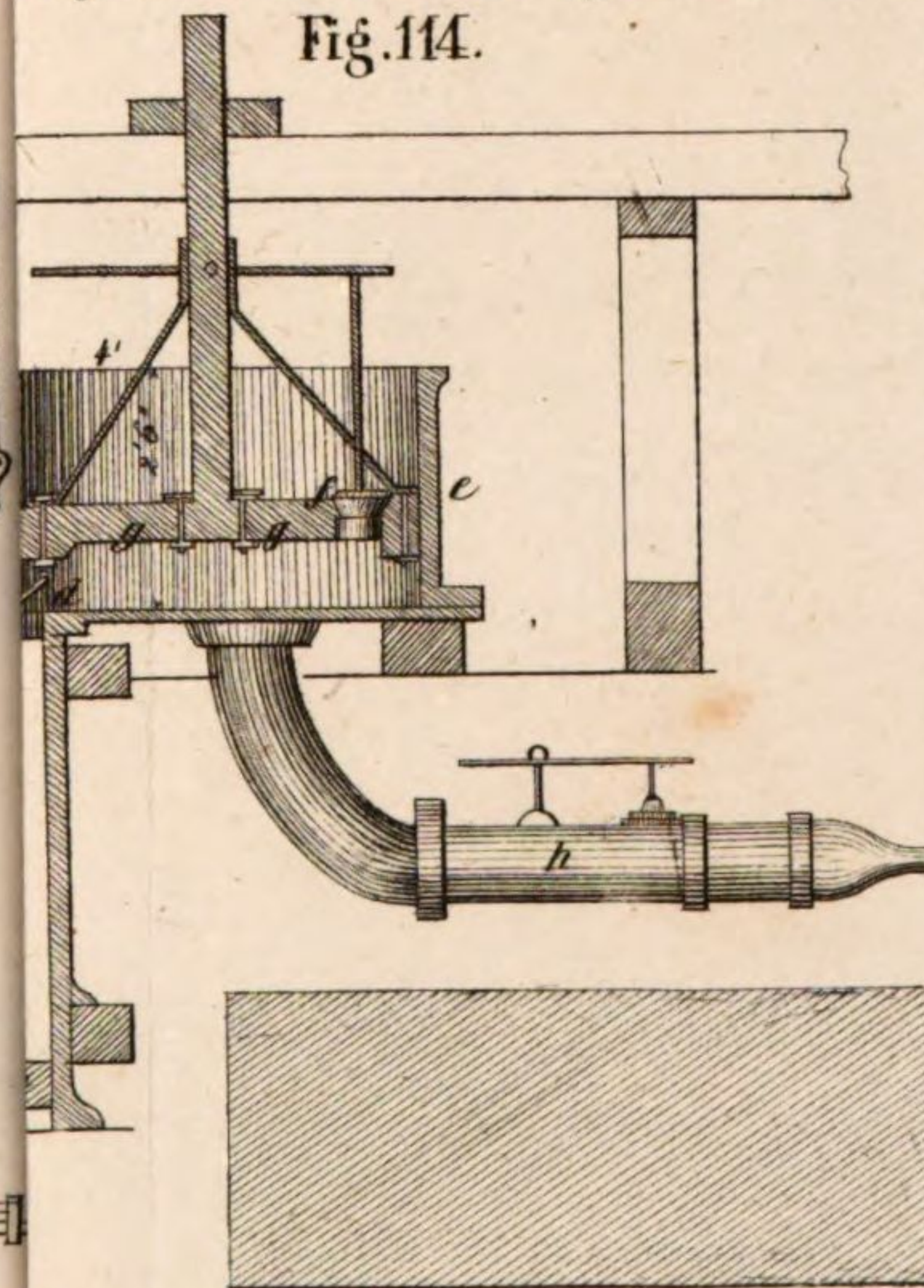
it Reservoir.

Fig. 110.



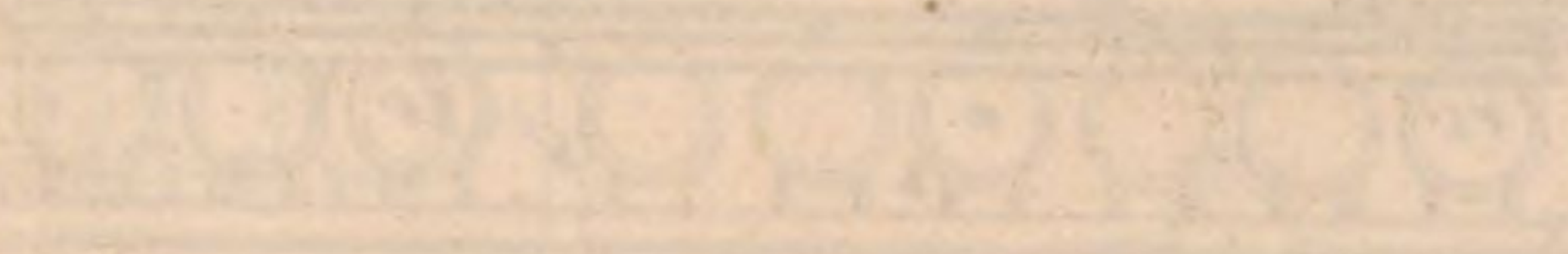
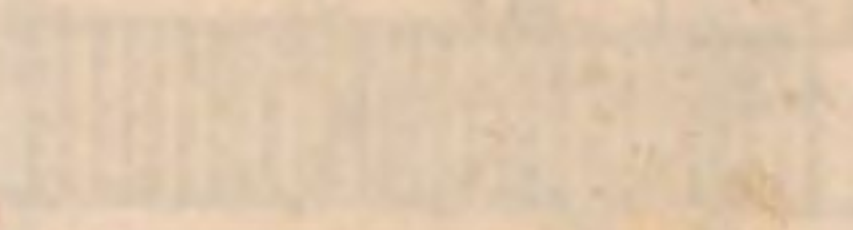
tengebläse mit Trockenregulator.

Fig. 114.

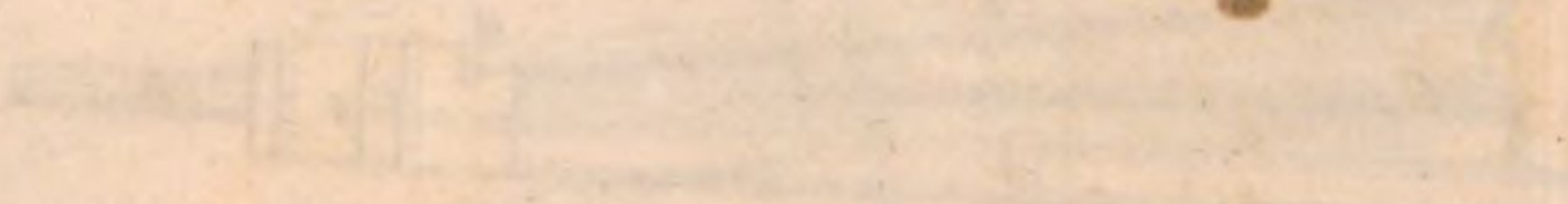


Handwritten text, possibly a date or reference number, located near the top center.

7

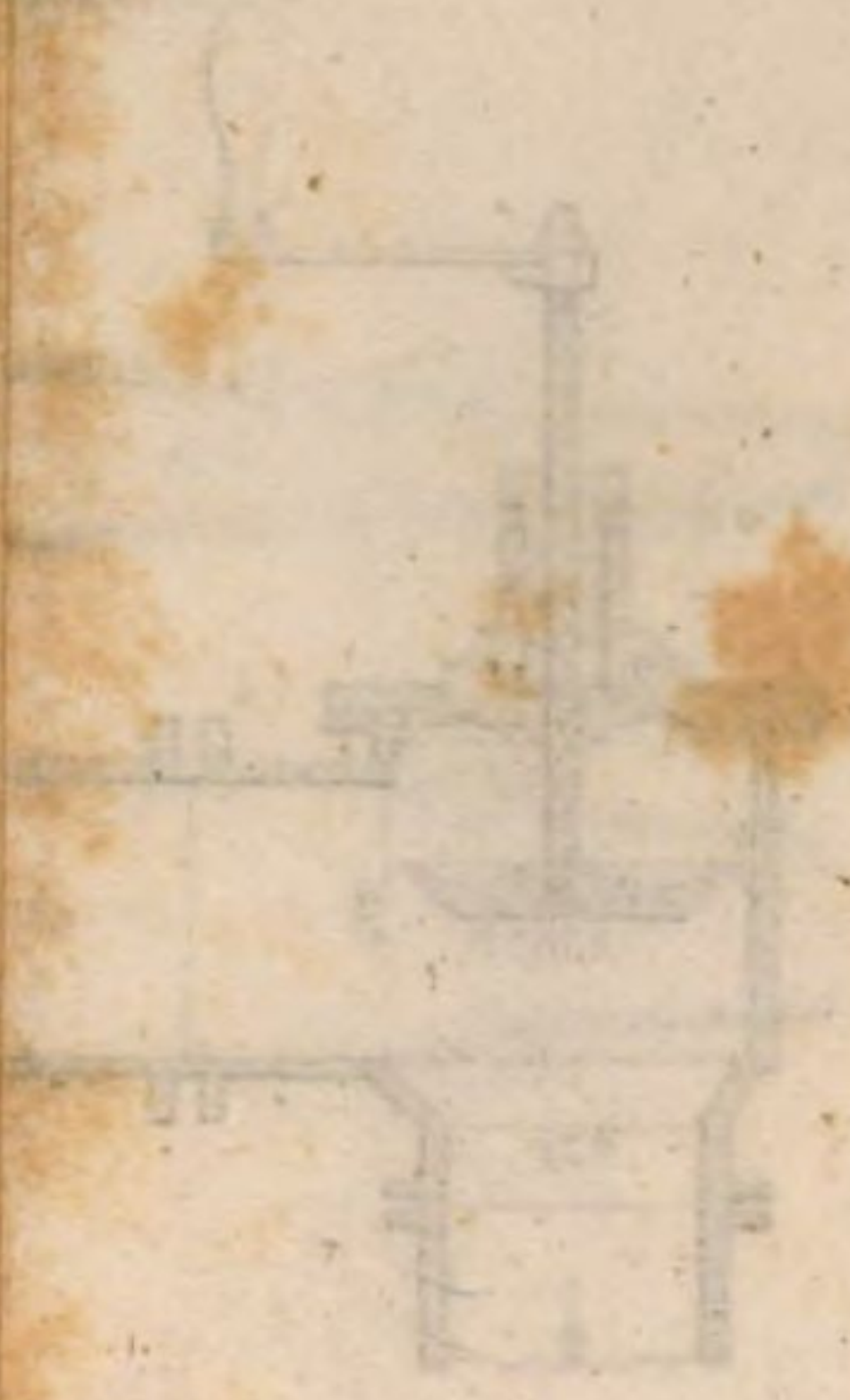


Handwritten text, possibly a date or reference number, located in the lower middle section.



Handwritten text, possibly a date or reference number, located in the lower middle section.





Kerl, Bruno

Handbuch der metallurgischen Hüttenkunde zum Gebrauche bei Vorlesungen und
zum Selbststudium in drei Bänden

Bd.: 1

Freiberg (1855)

Metall. 68 lg-1

urn:nbn:de:bvb:12-bsb10293061-3